



BIBLIOTECA NAZ.
XXXII
B
49
NAPOLI

XXXIII

49-50

BIBLIOTECA NAZ.
Vittorio Emanuele III
XXXIII
B
49
NAPOLI

22
A
12A



TRAITE
D'OPTIQUE

SUR LES
REFLEXIONS, REFRACTIONS,
INFLEXIONS, ET COULEURS
DE LA

LUMIERE.

Par M. LE CHEV. NEWTON.

Traduit de l'Anglois

PAR M. COSTE.

Sur la seconde Edition, augmentée par l'Auteur.

TOME PREMIER.



A AMSTERDAM,
Chez **PIERRE HUMBERT.**

M. D C C. XX.



P R E F A C E

D U

TRADUCTEUR.



J'AI entrepris la Traduction de ce Traité d'Optique par l'ordre * d'une grande Princesse, aussi distinguée par ses Lumières que par son Rang & sa Naissance. Sans trop considérer la difficulté du travail, je m'en chargeai d'abord aussi facilement, que si j'eusse crû que le desir de lui obcir me tiendrait lieu de génie. Mais je ne fus pas long-tems à m'appercevoir, que plus cette illustre Princesse prenoit d'intérêt à cet Ouvrage, plus je serois blâmable d'en publier une Copie indigne de l'Original. Comme c'est un tissu merveilleux de raisonnemens solides, fondez sur des Experiences toutes nouvelles, détaillées avec beaucoup de précision & de netteté, on a droit d'exiger de moi que je fasse passer dans ma Traduction cette justesse & cette clarté qui jointes à une pénétration & une sagacité incomparables caractérisent si bien l'Esprit de l'Auteur ;

* 2.

* Son Altesse Royale Madame la Princesse de GALLES.

teur; & j'ose assurer que je n'ai épargné ni temps ni soin pour en venir à bout. J'aurois souhaité pouvoir joindre à l'exaëtitude ce tour vif & délicat du † Secrétaire de l'Académie Royale des Sciences, qui a trouvé l'art de donner de l'agrément à la Solidité, sans lui rien ôter de son poids : mais heureusement, les personnes pour qui cet Ouvrage est destiné, me feront grace sur cet article, s'ils trouvent qu'en effet je leur ai fidèlement exposé la pensée de M. le Chevalier NEWTON.

Pour les satisfaire sûrement à cet égard, j'ai eu recours, du consentement de l'Auteur, aux Lumières d'un habile Mathématicien qui a eu la bonté de revoir mon Manuscrit avec soin. C'est M. DESAGULIERS, Membre de la Société Royale, où il est employé, en titre d'office, à faire les Experiences qu'on propose dans cette fameuse Assemblée; & qui dans des Cours de Philosophie Experimentale qu'il fait tous les jours chez lui, démontre en particulier les Experiences sur la Lumière & les Couleurs qu'on trouvera dans cet Ouvrage. Les méprises qui ont pu échapper à des yeux si bien exercez dans ces matières, ne sauroient être fort importantes, comme on peut voir par celles que
M.

† M. Fontenelle.

DU TRADUCTEUR. v

M. Desaguliers a découvertes en relisant les Feuilles imprimées, & que j'ai fait mettre dans l'Errata.

Quoi qu'on ait fait dans tous les temps des recherches sur la nature de la Lumière & des Couleurs, on verra par la lecture de cet Ouvrage que tout ce qu'on avoit publié jusqu'ici sur ce sujet, n'étoit fondé que sur des hypothèses plus aisées à détruire qu'à imaginer.

*Il paroît par un passage des Questions Naturelles de SENEQUE, que le Prisme de Verre par lequel on separe les différentes Couleurs de la Lumière, n'étoit pas inconnu de son temps. Virgula solet fieri, dit-il, * vitrea, stricta, vel pluribus angulis in modum clavæ torosa. Et si cette baguette, ajoûte-t-il immédiatement après, reçoit de côté la Lumière du Soleil, elle fait voir les Couleurs qu'on observe dans l'Arc-en-ciel; Hæc si ex transverso Solem accipit, colorem talem qualis in Arcu videri solet, reddit. Mais Senèque étoit fort éloigné de se servir de cette espece de Prisme pour expliquer la nature de la Lumière & des Couleurs, puisqu'il conclut de cette variété de Couleurs que lui découvroit son Prisme, † Qu'il n'y a point*

* 3

* Naturalium Quæst. Lib. I. cap. 7.

† Apparet non fieri ullum colorem, sed speciem falsi coloris, qualem Columbarum cervix & sumit & ponit, utcumque deflectitur. ibid.

là de Couleur , mais l'apparence d'une fausse Couleur telle que celle qui paroît & disparoît sur le cou des Pigeons , à mesure qu'il change de situation.

Les Philosophes Modernes ont vû sans peine que cette distinction de Couleurs en vraies & fausses, étoit tout-à-fait chimérique, & que toutes les Couleurs sont également vraies. Mais quand ils ont voulu raisonner sur la nature de la Lumière, & nous apprendre ce que c'est que les Couleurs qui en émanent, & ce qui les distingue les unes des autres, ils ne nous ont donné que de pures suppositions qui ne nous enseigneroient rien de précis si elles étoient véritables, & dont on ne sauroit démontrer la vérité par aucune Experience Physique.

Enfin M. le Chevalier Newton uniquement appliqué à consulter la Nature, l'a comme forcée à lui découvrir son secret. Il a trouvé par des Experiences sensibles, & variées en différentes manières que la Lumière est un Composé de Rayons de différentes Couleurs; que ces Rayons une fois séparés & observés à part, conservent constamment leur Couleur originale, sans qu'aucune Refraction ou Reflexion, ou mélange d'Ombres puisse l'altérer; que les Rayons de chaque Couleur particulière ont leur degré particulier de réfrangibilité; que les Rayons
de

DU TRADUCTEUR. VII

de Lumière qui different en Couleur, different constamment en degréz de refrangibilité; & que c'est de cette difference de refrangibilité que dépend la difference de leurs Couleurs, d'où il s'ensuit que toutes les Couleurs qui existent dans la Nature, sont en effet telles que les doivent produire les Qualitez colorifiques & originales des Rayons dont est composée la Lumière; & que si la Lumière ne consistoit qu'en Rayons également refrangibles, il n'y auroit qu'une seule Couleur dans le Monde, & qu'il seroit impossible d'en produire aucune nouvelle ni par Reflexion, ni par Refraction.

La Refrangibilité de chaque espèce différente de Rayons étant déterminée, comme M. le Chevalier Newton a trouvé moyen de le faire par des Experiences incontestables, il est aisé d'expliquer mathématiquement toute sorte de Phenomenes concernant les Couleurs qui peuvent être produits par la Refraction; & dès-là la Science des Couleurs devient une speculation tout aussi capable d'être mathématiquement démontrée, qu'aucune autre partie de l'Optique, comme le verront tous ceux qui prendront la peine de lire cet Ouvrage.

Un Probleme des plus curieux, & qui a fait imaginer à M. le Chevalier Newton

plusieurs Experiences très-déliçates dont toutes les circonstances concourent à confirmer sa Theorie des Couleurs, c'est le resultat du différent mélange des Rayons homogenes qui composent la Lumière. Il a trouvé par exemple, que du parfait mélange de toutes les Couleurs simples il en résulte du Blanc, & que par conséquent le Blanc n'est autre chose qu'un composé de toutes les Couleurs primitives, mêlées ensemble. Après avoir formé par le mélange de toutes ces Couleurs un petit Cercle de Lumière blanche qu'il fait tomber sur un morceau de Papier, (ce que vous trouverez décrit dans la X.^{me} Experience de la II.^{de} PARTIE du PREMIER LIVRE) il fait voir * que, si l'on intercepte une ou plusieurs de ces Couleurs, la Blancheur disparaît aussi-tôt, & se trouve changée en une Couleur qui provient du mélange des autres Couleurs non-interceptées; & que, si laissant passer les Couleurs qu'on avoit interceptées, on les fait tomber sur cette Couleur composée, elles se mêlent avec elle, & par ce mélange rétablissent la Blancheur en un instant. Ensuite interceptant à diverses reprises des Rayons de différente espece, il fait voir à l'Oeil les différentes Couleurs qui proviennent du mélange de ceux qui res-

* Pag. 177, 178, 179, &c.

DU TRADUCTEUR. IX

restent : & ailleurs †, dans un mélange de Couleurs primitives, la quantité & la qualité de chaque Couleur étant données, il nous enseigne le moyen de connoître la Couleur du Composé.

Cet article de la composition des Couleurs qui portée à ce degré de précision est si admirable, n'est dans le fond qu'une conséquence de la décomposition des différentes Couleurs homogenes qui composent la Lumière. Mais cette décomposition est l'effet d'une sagacité & d'une adresse si merveilleuse qu'un des plus grands Genies de l'Antiquité, le divin PLATON, a soutenu qu'il n'étoit pas au pouvoir de l'homme de connoître au juste en quelle proportion le différent mélange de certaines Couleurs doit produire d'autres Couleurs ; & * que si quelqu'un venoit à le découvrir, il ne devroit pas le dire, parce qu'il ne sauroit en aucune maniere en donner une raison nécessaire ni même probable. Cependant, † ajoute-t-il, si quelqu'un

* § met-

† Pag. 200, 201, 202, etc.

* Το δ' ὅσον μέτρον ὅσοις, εἰδ' εἰ τις εἰδείη, ἵεν' ἔχει τὸ λέγειν. ἂν μὴτε τινὰ ἀνάγκη μὴτε τὸν εἰκότα λόγον καὶ μετρίως ἂν τις εἰπεῖν εἴη δυνατός. In Timæo, Pag. 542. Edit. Lamar. Lugduni 1590.

† Εἰ δέ τις τέττων' ἔργῳ σκοπέμεται βέλτεροι λαμβά-

mettoit la main à l'œuvre pour décider actuellement la chose, il seroit voir par là qu'il ignore la différence qu'il y a entre la Nature Divine & la Nature Humaine. Car Dieu peut mêler plusieurs choses en une, & en diviser une en plusieurs, parce qu'il fait & peut en même temps. Mais il n'y a point d'homme aujourd'hui, & il n'y en aura jamais aucun qui puisse faire l'un ou l'autre. *Platon* raisonnoit juste, mais sur une supposition qui s'est enfin trouvée fausse: Il avoit raison de soutenir que pour déterminer précisément quelles Couleurs doivent provenir du mélange de telles ou telles Couleurs, il falloit pouvoir separer absolument les différentes Couleurs qui composent la Lumière, ce qu'il croyoit impossible à l'homme. Il semble en effet qu'on ne sauroit démontrer quelles Couleurs doivent provenir du mélange des différentes Couleurs dont la Lumière est composée qu'après avoir trouvé le moyen de separer entierement ces différentes Couleurs; & il est certain qu'avant que M. le Chevalier Newton eût découvert ce secret,

018

νοι, τὸ τῆς ἀνθρωπίνης καὶ θείας φύσεως ἡγενηκὸς ἀν
εἶη διάφορον. ὅτι θεὸς μὲν τὰ πολλὰ εἰς ἓν συγκεραυνῶνται.
καὶ πάλιν ἐξ ἑνὸς εἰς πολλὰ διαλύειν ἱκανός, ὡς ἐπιστά-
μενος ἅμα καὶ δυνατός. Ἀνθρώπων δὲ ἡδεῖς ἡδέτερον
τάτων ἱκανός, ὅτε ἔστι νῦν, ὅτ' εἰσαυθις ποτ' ἔσται. *ibid.*

DU TRADUCTEUR. xi

on n'avoit rien dit sur la composition des Couleurs qui fut précis, & fondé sur des Experiences sûres & convaincantes.

Au reste, quoi que M. le Chevalier Newton n'ait fondé la Theorie des Couleurs que sur des Experiences très-sensibles, l'art de les faire a été, pour ainsi dire, renfermé assez long temps dans l'Angleterre; & il se trouva d'abord en France, en Allemagne, & ailleurs, des Savans qui n'ayant pu separer exactement les différentes especes de Rayons dont la Lumière est composée, regarderent toute cette Theorie comme une simple Hypothese qui ne pouvoit point être démontrée par l'Experience. M. Mariotte entra autres tenta de faire cette separation, & la fit d'une maniere si imparfaite que le Rouge, par exemple, qu'il avoit separé par la Refraction d'un Prisme étant rompu par un autre Prisme, lui donna du Violet & du Bleu. Il conclut de là, que les Rayons separez par la Refraction du Prisme n'étoient point inalterables par rapport à leur Couleur & à leur refrangibilité, comme on l'assuroit dans l'Optique de M. le Chevalier Newton. On trouvera pourtant ces Rayons absolument inalterables à cet égard, si l'on prend la peine de les separer selon la Methode décrite au long dans la Quatrième Proposition du PREMIER LIVRE. C'est ce que
M.

*M. Desaguliers fit voir distinctement * à Londres à M. Remond de Montmor, M. le Chevalier de Louville, & autres Membres de l'Academie Royale des Sciences, & qui a été démontré depuis quelque temps à Paris par le P. Sebastien, lequel en présence de † plusieurs personnes très-intelligentes a verifié la plupart des Experiences de ce Traité des Couleurs, avec une entière exactitude.*

S'il se trouve après cela des personnes qui faute de savoir faire exactement ces Experiences, s'avisent de rejeter les conséquences qui en découlent nécessairement, ils devroient ne pas se hâter de publier des Objections contre une Doctrine appuyée sur des Experiences qu'ils pourroient soupçonner véritables, quoi qu'ils n'aient pas encore trouvé l'art de s'en assurer par eux-mêmes.

Qu'on me permette d'ajouter encore un mot sur les Questions qui servent de conclusion à cet Ouvrage. On y trouvera ce que l'Auteur pense sur les matieres les plus importantes de la Physique. Ce sont des fruits d'une Philosophie qui n'a besoin que d'être étudiée & entendue pour être admirée, & qui par l'examen des principaux Phenomenes de la

* En 1715.

† M. le Cardinal de Polignac, M. Varignon, M. Fontenelle, &c.

DU TRADUCTEUR. XIII

*la Nature nous conduit nécessairement à Dieu l'Auteur & le Conservateur de toutes choses. Quoi que M. le Chevalier Newton propose ses pensées en forme de Questions, des yeux pénétrans ne laisseront pas de voir les fondemens solides qui les étayent. Enfin il nous donne ici ses conjectures sur la Pesanteur, d'où il paroît évidemment qu'il n'a jamais regardé la Pesanteur comme une propriété essentielle aux Corps. On peut voir aussi par ce qu'il dit * de l'Attraction, que ce Principe n'est rien moins que ce qu'on a nommé Qualité Occulte dans les Écoles. Il en est, ce me semble, de l'Attraction, prise dans le sens de M. le Chevalier Newton, comme de l'Elasticité de l'Air, dont on examine les effets, sans en connoître ou rechercher la cause.*

* Pag. 496. & 562.

I. AVER TISSEMENT DE L'AUTEUR,

A l'occasion de la Première Edition Angloise, publiée en 1704.



NE partie de ce *Traité sur la Lumière & les Couleurs*, fut écrite en 1675. à la prière de quelques Membres de la Societé Royale. Elle fut envoyée ensuite au Secrétaire de la Société, & lue dans leurs Assemblées. Afin de rendre la Theorie complete, j'ajoutai le reste, environ 12 ans après, excepté LE TROISIEME LIVRE, & la dernière *Proposition* du SECOND, que je recueillis depuis, de quelques Cayers détachez. C'est pour éviter d'entrer en lice sur ces matières que j'avois différé jusqu'ici l'impression de ce Livre; & je l'aurois différée plus long temps encore, n'eût été l'importunité de quelques Amis, à laquelle je n'ai pû résister. Si l'on m'a arraché quelques autres Ecrits sur ce sujet, ce sont des Pièces imparfaites, & que j'avois peut-être composées avant que d'avoir fait toutes les Experiences qui paroissent dans cet Ouvrage,

1. AVERTISSEMENT. xv.

ge, & que je me fusse pleinement satisfait moi-même touchant les Loix des Refractions, & la composition des Couleurs. Je publie ici (*en Anglois*) ce que je croi propre à être mis au jour; & je souhaite que ce Traité ne soit point traduit en quelque autre Langue, sans mon consentement.

J'ai tâché de rendre raison des *Couronnes colorées* qui paroissent quelquefois autour du Soleil & de la Lune : mais faute d'un nombre suffisant d'Observations, je laisse à d'autres l'examen plus précis de ce Phenomene. J'ai aussi laissé la matière du Troisième Livre imparfaite, par la raison que je n'ai pas fait toutes les Experiences que j'avois dessein de faire lors que j'étois engagé dans ces recherches; & parce que je n'ai pas repeté quelques-unes de celles que j'avois faites, jusqu'à m'être contenté moi-même sur toutes leurs circonstances. Tout ce que je me propose en donnant cet Ouvrage au Public, c'est de lui communiquer ce que j'ai éprouvé moi-même, remettant à d'autres le soin d'examiner plus particulièrement ce qui reste.

II. AVER-

II. AVERTISSEMENT DE L'AUTEUR,

*A l'occasion de la seconde Edition
Angloise, publiée en 1717.*

J'AI retranché de cette Seconde Edition les Traitez Mathématiques, imprimez à la fin de la Première Edition, comme n'ayant aucun rapport avec un *Traité d'Optique*. J'ai inseré quelques nouvelles Questions à la fin du Troisième Livre : & pour faire voir que je ne regarde point la *Pesanteur* comme une Propriété essentielle des Corps, j'ai ajouté une Question en particulier sur la *Cause de la Pesanteur*, ayant proposé tout exprès en forme de Question ce que je voulois dire là-dessus, parce que je n'ai pas pû me satisfaire encore sur cet article, faute d'Experiences.



TRAI-



TRAITE D'OPTIQUE,

Sur la Lumière & les Couleurs.



LIVRE PREMIER.

PREMIÈRE PARTIE.



ON dessein dans cet Ouvrage n'est pas d'expliquer les propriétés de la Lumière par des Hypotheses , mais de les exposer nuement pour les prouver par le raisonnement , & par des Experiences. Et dans cette vue je proposerai d'avance les Définitions & les Axiomes suivants.

Tome I.

A

D E-

DÉFINITIONS.

PREMIÈRE DÉFINITION.

PAR Rayons de Lumière j'entens ses moindres parties , tant celles qui sont successives dans les mêmes lignes , que celles qui sont contemporaines en différentes lignes. Car il est évident que la Lumière est composée de parties successives, & contemporaines ; puisqu'en un même endroit on peut arrêter celle qui vient dans un certain moment , & laisser passer celle qui vient immédiatement après, comme on peut l'arrêter dans un certain endroit , & la laisser passer en même temps dans un autre : car cette partie de Lumière qu'on arrête , ne sauroit être la même que celle qu'on laisse passer. Or la moindre partie de Lumière qui peut être arrêtée seule sans le reste de la Lumière, ou qui peut être propagée seule , ou faire , ou souffrir toute seule quelque chose à quoi le reste de la Lumière n'a aucune part , c'est ce que j'appelle un *Rayon de Lumière*.

DEFINITION II.

La Refrangibilité des Rayons de Lumière, est leur disposition à être rompus ou détournés de leur chemin, en passant d'un Corps ou Milieu transparent, dans un autre. Et la plus grande ou la moindre refrangibilité des Rayons, est leur disposition à être détournés plus ou moins de leur chemin à égales Incidences sur le même Milieu.

Les Mathématiciens supposent ordinairement que les Rayons de Lumière sont des Lignes qui du Corps lumineux s'étendent jusqu'au Corps illuminé ; & que la Refraction de ces Rayons est l'inflexion ou la rupture de ces Lignes lorsqu'elles viennent à passer d'un Milieu dans un autre. On peut fort bien considérer sous cette idée les Rayons & leurs Refractions, si la Lumière est propagée en un instant. Mais parce qu'en vertu d'une preuve tirée des équations des temps auxquels on observe que les Eclipses des Satellites de Jupiter arrive, il semble que le mouvement de la Lumière n'est pas instantanée ; mais qu'elle emploie environ sept minutes à passer du Soleil jusqu'à nous, j'ai défini tout exprès les Rayons & les Refractions en termes si généraux, que les dé-

4 *Traité d'Optique , sur la Lumière*
finitions que j'en donne peuvent convenir à la Lumière dans ces deux cas.

DEFINITION III.

La Reflexibilité des Rayons , est leur disposition à être reflechis ou renvoyez dans le Milieu d'où ils sont partis , de tout autre Milieu sur la surface duquel ils viennent à tomber. Et les Rayons sont plus ou moins reflexibles , selon qu'ils sont renvoyez avec plus ou moins de facilité. Ainsi , lorsque la Lumière passe du Verre dans l'Air, & qu'étant plus ou moins inclinée sur la surface commune du Verre & de l'Air, elle commence enfin à être entièrement reflechie par cette surface , ces sortes de Rayons, qui à égales Incidences sont reflechis en plus grande quantité , ou qui en augmentant l'inclinaison commencent plutôt à être totalement reflechis, sont les plus reflexibles.

DEFINITION IV.

L'Angle d'Incidence est l'Angle que la Ligne décrite par le Rayon incident , & la Ligne perpendiculaire à la Surface reflechissante ou refringente , forment au point d'Incidence.

DEFINITION V.

L'Angle de Reflexion où de Refraction, est l'Angle que la Ligne décrite par le Rayon reflechi ou rompu, Et la Ligne perpendiculaire à la Surface reflechissante ou refringente, forment au point d'Incidence.

DEFINITION VI.

Les Sinus d'Incidence, de Reflexion Et de Refraction, sont les Sinus des Angles d'Incidence, de Reflexion Et de Refraction.

DEFINITION VII.

J'appelle Lumière simple, homogene Et similaire, celle dont les Rayons sont également refrangibles; Et j'appelle Lumière composée, heterogene Et dissimilaire, celle qui a des Rayons plus refrangibles les uns que les autres. J'appelle la première Lumière homogene, non que je veuille assurer qu'elle le soit à tous égards, mais parce que les Rayons qui conviennent par rapport à leur réfrangibilité, conviennent du moins dans toutes leurs autres propriétés que j'examinerai dans cet Ouvrage.

DÉFINITION VIII.

J'appelle les Couleurs des Lumières homogènes, Couleurs primitives, homogènes & simples; & je nomme hétérogènes & composées, les Couleurs des Lumières heterogenes. Car celles-ci sont toujours composées des couleurs des Lumières homogènes, comme il paroîtra dans la suite.

A X I O M E S.

A X I O M E I.

LES Angles d'Incidence, de Reflexion, & de Refraction sont dans un seul & même Plan.

A X I O M E II.

L'Angle de Reflexion est égal à l'Angle d'Incidence.

A X I O M E III.

Si un Rayon rompu est renvoyé directement au point d'Incidence, il sera rompu dans la ligne déjà décrite par le Rayon incident.

A X I O-

A X I O M E IV.

Quand un Rayon passe d'un Milieu plus rare dans un Milieu plus dense , la Refraction se fait en approchant de la Perpendiculaire , de sorte que l'Angle de Refraction se trouve moindre que l'Angle d'Incidence.

A X I O M E V.

Le Sinus d'Incidence est , ou exactement , ou fort approchant , en raison donnée au Sinus de Refraction.

De là vient que si cette proportion est une fois connue dans une inclinaison particulière du Rayon incident, elle sera connue dans toutes les inclinaisons; & par cela même on peut déterminer la refraction dans tous les cas d'Incidence sur le même corps réfringent. Ainsi lorsque la Refraction se fait de l'Air dans l'Eau, le Sinus d'Incidence d'un Rayon de Lumière Rouge est au Sinus de sa Refraction comme 4 à 3. Et si elle se fait de l'Air dans le Verre , les Sinus sont entr'eux comme 17 à 11. Dans la Lumière des autres Couleurs , les Sinus ont d'autres proportions , mais la différence est si petite qu'il est rarement nécessaire d'en prendre connoissance.

8 *Traité d'Optique, sur la Lumière*

Supposé donc que * RS représente la surface d'une Eau dormante, & que C soit le point d'Incidence auquel un Rayon venant à travers l'Air du point A dans la ligne AC , est reflechi ou rompu, si je veux savoir où ira ce Rayon après avoir été reflechi, ou rompu, j'éleve sur la surface de l'Eau, du point d'Incidence la Perpendiculaire CP que je prolonge en bas jusqu'en Q : & je conclus, en vertu du premier Axiome, qu'après que le Rayon aura été reflechi ou rompu, il doit se trouver quelque part dans le Plan de l'Angle d'Incidence ACP prolongé. Je laisse donc tomber sur la Perpendiculaire CP le Sinus d'Incidence AD ; & si l'on demande le Rayon reflechi, je prolonge AD jusqu'en B , de sorte que DB soit égal à AD , & je tire CB . Et cette ligne CB fera le Rayon reflechi; l'Angle de reflexion BCP & son Sinus BD étant égaux à l'Angle & au Sinus d'Incidence, comme ils doivent l'être par le second Axiome. Mais si l'on demande le Rayon rompu, je mene AD en H , de sorte que DH soit à AD comme le Sinus de Refraction est au Sinus d'Incidence, c'est à dire (si la Lumière est Rouge)

* *Fig. I.*

Rouge) comme 3 à 4. Ensuite autour du Centre C , & dans le Plan ACP , ayant décrit avec le Rayon CA un Cercle ABE , je tire parallèle à la Perpendiculaire CPQ la ligne HE qui coupe la circonférence en E , après quoi je tire CE ; & cette ligne CE sera la ligne du Rayon rompu. Car si on laisse tomber EF perpendiculairement sur la ligne PQ , cette ligne EF sera le Sinus de Refraction du Rayon CE , l'Angle de Refraction étant ECQ . Or ce Sinus EF est égal à DH ; & par conséquent il est au Sinus d'Incidence AD comme 3 à 4.

De même, si prenant un Prisme de Verre (c'est à dire un Verre terminé par deux Triangles égaux & parallèles, & par trois faces planes & bien polies qui se rencontrent dans trois lignes parallèles tirées des trois Angles de l'un des Triangles aux trois Angles de l'autre) on demande quelle est la Refraction de la lumière qui passe au travers de ce Prisme: Soit * ACB un Plan qui coupe ce Prisme en travers par ses trois lignes ou extrémités parallèles, dans l'endroit où la Lumière passe au travers du Prisme; & soit DE le Rayon qui

A 5 tombe

10 *Traité d'Optique, sur la Lumière*

tombe sur la première face du Prisme *AC* où la Lumière entre dans le Verre, on n'a qu'à poser la proportion du Sinus d'Incidence au Sinus de Refraction comme 17 à 11, & l'on trouve *EF* le premier Rayon rompu. Ensuite prenant ce Rayon pour le Rayon qui tombe sur la seconde face du Verre *BC* où sort la Lumière, on trouve le second Rayon rompu *FG*, en comptant que le Sinus d'Incidence est au Sinus de Refraction, comme 11 à 17. Car si le Sinus d'Incidence, de l'Air dans le Verre, est au Sinus de Refraction comme 17 à 11, le Sinus d'Incidence, du Verre dans l'Air, doit être au contraire au Sinus de Refraction comme 11 à 17, en vertu du 3^{me}. Axiome.

Ainsi, posé que * *ACBD* représente un Verre sphériquement convexe des deux côtez (qu'on nomme communément une *Lentille*, tel qu'est un miroir ardent, un verre de Lunette ordinaire, ou l'Objectif d'un Telescope) si l'on veut savoir comment se rompra la Lumière qui d'un point lumineux *Q* vient à tomber sur ce Verre; soit *QM* un Rayon tombant sur un point quelconque *M* de sa première Superficie Sphérique *ACB*;

* Fig. 3.

ACB ; & en élevant une ligne perpendiculaire au Verre sur le point M , on trouve le premier Rayon rompu MN par la proportion des Sinus 17 à 11. Que ce Rayon en sortant du Verre tombe sur N , & vous trouverez le second Rayon rompu Nq par la proportion des Sinus 11 à 17. C'est par la même methode qu'on peut trouver la Refraction lorsque la Lentille est convexe d'un côté, & plane ou concave de l'autre, ou concave des deux côtez.

A X I O M E VI.

Les Rayons homogènes qui venant de différens Points d'un Objet, tombent perpendiculairement, (ou presque perpendiculairement) sur un Plan ou une Surface Sphérique réfléchissante ou réfringente, divergent ensuite d'autant d'autres Points, ou bien deviennent parallèles à autant d'autres Lignes, ou convergens à autant d'autres Points, Et cela avec une entière exactitude ou sans aucune erreur sensible. Et la même chose arrivera, si les Rayons sont réfléchis ou rompus successivement par deux, trois, quatre, &c. Plans, ou Surfaces Sphériques.

Le Point d'où les Rayons divergent, ou auquel ils convergent, peut être appelé le *Foyer* de ces Rayons. Or le

12 *Traité d'Optique, sur la Lumière*

Foyer des Rayons incidens étant donné, on peut trouver celui des Rayons réfléchis ou rompus, en trouvant la Refraction de deux Rayons quelconques, de la maniere susdite, ou plus aisément de cette maniere.

Premier cas : Soit * ACB un Plan où se fait la Reflexion ou la Refraction ; & Q le Foyer des Rayons incidens ; & QqC une ligne perpendiculaire à ce Plan. Si cette Perpendiculaire est prolongée jusqu'à q , de sorte que qC soit égal à QC , le Point q sera le Foyer des Rayons réfléchis. Ou, si qC est pris du même côté du Plan que QC , & dans la même proportion à QC que le Sinus d'Incidence a au Sinus de Refraction, le Point q sera le Foyer des Rayons rompus.

Second cas : Soit † ACB la Surface réfléchissante d'une Sphere quelconque dont le Centre soit E . Coupez en deux un Rayon de cette Sphere (par exemple EC) en T . Si dans ce Rayon du côté du Point T , vous prenez les Points Q & q , de sorte que TQ , TE , & Tq soient des Proportionnelles continues, & que le Point Q soit le Foyer des Rayons inci-

* Fig. 4. † Fig. 5.

incidens , le Point q sera le Foyer des Rayons réfléchis.

Troisième Cas : Soit * ACB la Surface réfringente d'une Sphère quelconque dont le Centre soit E . Dans un Rayon de cette Sphère , comme EC , prolongé de deux côtes , prenez à part ET & Ct égaux entr'eux , de telle sorte qu'ils soient dans la même proportion à ce Rayon , que le moindre des Sinus d'Incidence & de Réfraction l'est à la différence de ces Sinus. Après quoi si dans la même ligne l'on trouve deux Points quelconques Q & q en sorte que TQ soit à ET comme Et est à tq , prenant tq dans un sens contraire depuis t , à celui où est TQ par rapport à T , & que le Point Q soit le Foyer des Rayons incidens , le Point q sera le Foyer des Rayons rompus.

On peut trouver de la même manière le Foyer des Rayons qui sont réfléchis , ou rompus deux fois , ou davantage.

Quatrième Cas : Soit † $ACBD$ une Lentille réfringente , sphériquement convexe ou concave , ou bien plane de l'un ou de l'autre côté : Soit CD son Axe (c'est à dire la ligne qui coupe per-

A 7

. pend-

* Fig. 6. † Fig. 7.

14 *Traité d'Optique, sur la Lumière*

pendiculairement ses deux Surfaces, & passe à travers les Centres des Sphères) & dans cet Axe prolongé soient F & f les foyers des Rayons rompus trouvez de la maniere indiquée ci-dessus, lorsque les Rayons incidens des deux côtez de la Lentille sont paralleles au même Axe; & décrivez un Cercle sur le Diametre Ff coupé en deux en E . Supposez présentement qu'un Point quelconque Q soit le Foyer des Rayons incidens. Tirez QE qui coupe le dit Cercle en T & t ; & là prenez tq dans la proportion à tE , que tE ou TE est à TQ . Soit tq pris du côté opposé à celui où se trouve TQ par rapport à T , & q sera le Foyer des Rayons rompus sans aucune erreur sensible pourvu que le Point Q ne soit pas si loin de l'Axe ni la Lentille si large, que quelques-uns des Rayons tombent trop obliquement sur les Surfaces refringentes.

C'est par de pareilles operations que les deux Foyers étant donnez, on peut trouver les Surfaces reflexissantes ou refringentes, & former par là une Lentille qui fera passer ou couler les Rayons vers tel endroit, ou de tel endroit qu'on voudra.

Ainsi, cet Axiome se reduit à ceci,
Que

Que si des Rayons tombent sur aucun Plan, Lentille, ou Surface Spherique; & qu'avant leur incidence ils coulent d'aucun Point Q ou vers aucun Point Q , étant une fois reflechis ou rompus, ils couleront du Point q ou vers le Point q , qui a été trouvé par les Régles précédentes. Et si les Rayons incidens coulent de differens Points Q , ou vers differens Points Q , les Rayons reflechis ou rompus couleront d'autant d'autres Points q , ou vers autant d'autres Points q qu'on trouve par les mêmes Régles. On fait si les Rayons reflechis & rompus coulent du Point q ou vers le Point q , par la situation de ce Point. Car si ce Point est du même côté de la Surface ou Lentille reflechissante ou refringente, que le Point Q , & que les Rayons incidens coulent du Point Q , dans ce cas-là les Rayons reflechis coulent vers le Point q , & les rompus coulent de ce même Point q ; & si les Rayons incidens coulent vers Q , les Rayons reflechis couleront du Point q & les rompus vers le même Point q . Et tout le contraire arrivera, si q est de l'autre côté de la Surface.

A X I O M E VII.

En quelque endroit que les Rayons qui partent de tous les Points de quelque Objet, viennent à se rencontrer en tout autant de Points après avoir été rendus convergens par reflexion ou par refraction, ils feront là une peinture de l'Objet sur quelque Corps blanc qu'ils viennent à tomber.

Ainsi, soit * PR un Objet hors du Logis, & AB une Lentille placée à un Trou fait dans le volet d'une Chambre obscure, par laquelle Lentille les Rayons qui viennent d'un Point quelconque Q de cet Objet, soient rendus convergens & se rencontrent au Point q : Si l'on tient une feuille de Papier blanc en q pour que la Lumière y tombe dessus, l'image de cet Objet PR paroîtra sur le Papier dans sa véritable forme & couleur. Car comme la Lumière qui vient du Point Q , va au Point q , ainsi la Lumière qui vient des autres Points P & R de l'Objet, ira à tout autant d'autres Points correspondans p & r , (comme il paroît évidemment par le sixieme Axiome) de sorte que chaque Point de l'Objet illuminera un Point correspondant de l'Image, & fera par cela

* Fig. 3.

cela même une Image toute pareille à l'Objet , en forme & en couleur , avec cette seule difference que l'Image sera renversée. Et voilà le fondement de cette Experience vulgaire qui consiste à faire que les Images des Objets de dehors aillent se peindre sur un Mur , ou une feuille de Papier blanc, dans une Chambre obscure.

De même, lorsqu'on regarde un Objet * *P Q R* , la Lumière qui part de differens Points de l'Objet , souffre de telles refractions en passant par les tuniques & les humeurs transparentes de l'Oeil , (c'est à dire par la Tunique extérieure *E F G* qu'on nomme *cornée* , & par l'humeur crystaline *A B* qui est au delà de la Prunelle *m k*) que convergeant elle se réunit en autant de Points au fond de l'œil, & y trace l'Image de l'Objet sur la Tunique qu'on nomme *Retine* dont le fond de l'œil est tapissé. Car les Anatomistes ayant ôté du fond de l'œil la membrane extérieure & épaisse qu'on nomme *Sclerotique* ou *dure-mère* , peuvent voir, au travers des Membranes plus minces , les Images des Objets qui y sont peintes très-distinctement. Ce sont ces Images qui propagées par le mouve-

* Fig. 8.

18 *Traité d'Optique, sur la Lumière*

mouvement le long des fibres des Nerfs optiques jusqu'au Cerveau, sont la cause de la Vision. Car selon que ces Images sont parfaites ou imparfaites, l'Objet est vû parfaitement ou imparfaitement. Si l'œil est teint de quelque couleur particuliere, comme dans la Jaunisse, de sorte que les Images tracées au fond de l'œil soient teintes de cette couleur, tous les Objets, en ce cas-là, paroissent teints de la même couleur. Si les humeurs de l'œil viennent à être desséchées par l'âge, de sorte qu'en se resserrant elles rendent la *cornée* & l'*humeur cristalline* plus plattes qu'auparavant, les Rayons de Lumière n'étant pas assez rompus ne s'uniront point, faute d'une suffisante refraction, dans le fond de l'œil, mais en quelque endroit au delà; & par conséquent la Lumière ne traçant sur le fond de l'œil qu'une Image confuse, l'Objet paroîtra confus selon le degré de confusion qu'aura cette Image. C'est là la raison de l'affoiblissement de la vuë dans les Personnes âgées; & cela même fait voir pourquoi ce défaut est corrigé par les Lunettes. Car ces verres convexes suppléent au manque de convexité dans l'œil, & en augmentant la refraction ils font que les

Rayons

Rayons deviennent plutôt convergens, de sorte qu'ils se réunissent distinctement dans le fond de l'œil, si la Lunette a le degré convenable de convexité. Le contraire arrive à ceux qui ont la vue courte, parce que leurs yeux sont trop convexes. Car en ce dernier cas la Refraction étant trop grande, les Rayons convergent & se réunissent dans l'œil avant que d'en avoir atteint le fond ; & par conséquent l'Image tracée dans le fond de l'œil ne sera pas fort distincte non plus que la vision qui en resultera, à moins que l'Objet ne soit si fort approché de l'œil que l'endroit où les Rayons convergens s'assemblent, soit reculé jusqu'au fond de l'œil, ou que la trop grande rondeur de l'œil ne soit corrigée & les Refractions diminuées par le moyen d'un verre concave d'un degré convenable de concavité ; ou enfin qu'avec l'âge l'œil ne s'applatisse jusqu'à prendre une juste figure : car ceux qui ont la vue courte, voyent plus distinctement les Objets éloignez, dans leur vieillesse ; & c'est pour cela qu'on s'imagine que leur vue est de plus longue durée.

A X I O M E VIII.

Un Objet vû par Reflexion ou par Refraction paroît dans l'endroit d'où les Rayons divergent après leur dernière Reflexion ou Refraction, dans le temps qu'ils viennent à tomber sur l'œil du Spectateur.

Si l'Objet * A est vû reflechi par un Miroir mn , il ne paroîtra pas dans son veritable lieu A , mais derrière le Miroir en a d'où les Rayons quelconques AB , AC , AD qui partent d'un seul & même Point de l'Objet, ayant été reflechis aux Points B , C , D , divergent en allant du Miroir en E , F , G , où ils tombent sur les yeux du Spectateur. Car ces Rayons tracent la même Image dans le fond de l'œil, que s'ils étoient venus d'un Objet réellement placé en a , & vû sans le Miroir; & toute sorte de vision se fait conformément au Lieu & à la Forme de cette Image.

De même l'Objet † D vû au travers d'un Prisme, ne paroît pas dans son propre lieu D ; mais est transferé de là en quelque autre lieu d situé sur le dernier Rayon rompu FG prolongé en arriere de F en d .

Ainsi,

* Fig. 9. † Fig. 2.

Ainsi, l'Objet * $\mathcal{Q}$ vû au travers de la Lentille AB , paroîtra en q d'où les Rayons divergent en passant de la Lentille à l'œil. Or il est à noter, que l'Image de l'Objet vuë en q est plus grande ou plus petite que l'Objet lui-même en $\mathcal{Q}$, à proportion que l'Image en q est plus ou moins éloignée de la Lentille AB , que l'Objet en $\mathcal{Q}$ n'est éloigné de cette même Lentille. Et si l'Objet est vû à travers deux ou plus de deux pareils verres convexes ou concaves, chaque Verre présentera une nouvelle Image, & l'Objet paroîtra dans le lieu, & de la grandeur de la dernière Image. C'est de cette observation que dépend l'explication de la Theorie des Microscopes & des Telescopes. Car cette Theorie ne consiste presque en autre chose qu'à décrire des Verres taillez de telle manière qu'ils rendent la dernière Image de quelque Objet que ce soit, aussi distincte, aussi étendue, & aussi lumineuse qu'elle peut être représentée convenablement.

Dans ce peu d'Axiomes, y compris leur explication, j'ai donné un abrégé de ce qui a été traité jusqu'ici dans l'Optique. Par rapport à ce qui me reste à écri-

22 *Traité d'Optique, sur la Lumière*

écrire , je me contenterai d'admettre pour Principe tout ce dont on est généralement tombé d'accord. Du reste ce qu'on vient de voir pourra servir d'Introduction à des Lecteurs qui sans être versez dans l'Optique, ont l'Esprit juste & pénétrant : quoiqu'il soit vrai de dire que ceux qui se sont rendu cette Science familière & qui ont manié des Verres de Lunettes , comprendront beaucoup mieux ce qui suit.



P R O-



PROPOSITIONS.

PREMIERE PROPOSITION : Theoreme I.

Les Rayons de Lumière qui diffèrent en couleur , différent aussi en degrés de refrangibilité.

LA PREUVE FONDÉE SUR DES EXPERIENCES.

PREMIERE EXPERIENCE. Ayant pris un morceau de Papier noir, oblong, & très-fort, terminé par les côtez paralleles, je le distinguai en deux parties égales par une ligne droite en travers, tirée perpendiculairement l'un côté à l'autre. Je peignis une de ces parties en rouge, & l'autre en bleu. Le Papier étoit fort noir, & les Couleurs foncées & épaisses, afin que le Phenomene fût plus sensible. Je regardai ce Papier à travers un Prisme de Verre solide, dont les deux côtez au travers desquels la Lumière passoit dans l'œil, étoient plans & bien polis, & faisoient un Angle d'environ 60 degrés que

24 *Traité d'Optique, sur la Lumière*

que j'appelle l'Angle refringent du Prisme. Et tandis que j'avois les yeux sur ce Papier , je le tenois avec le Prisme devant une Fenêtre, de telle maniere que les côtez du Papier étoient paralleles au Prisme, que ces deux côtez & le Prisme étoient paralleles à l'Horizon aussi bien que la Ligne qui les croisoit ; & que la Lumière qui venoit de la Fenêtre sur le Papier, faisoit avec le Papier un Angle égal à celui que la Lumière réfléchie du Papier vers l'œil faisoit avec ce même Papier. Au delà du Prisme, le Mur de la Chambre au dessous de la Fenêtre étoit couvert d'un Drap noir, & le Drap étoit entièrement dans l'obscurité, afin que de là il ne réfléchît aucune Lumière, qui en passant par les bords du Papier à l'œil pût se mêler avec la Lumière du Papier , & en obscurcir le phenomene. Ces choses ainsi disposées, je trouvai, que si l'Angle refringent du Prisme est tourné en haut, de sorte que le Papier paroisse élevé en haut par la refraction , la moitié bleuë du Papier sera élevée plus haut par la refraction que sa moitié rouge. Mais si l'Angle refringent du Prisme est tourné en bas , de sorte que le Papier paroisse transporté plus bas par la refraction,

tion, sa moitié bleuë sera par là entraînée un peu plus bas que sa moitié rouge. Ainsi dans les deux cas, la Lumière qui vient à l'œil de la moitié bleuë du Papier à travers le Prisme, souffre en pareilles circonstances une plus grande Refraction, que la Lumière qui vient de la moitié rouge, & par conséquent est plus refrangible.

EXPLICATION. Dans l'onzième Figure *MN* représente la Fenêtre, & *DE* le Papier terminé par les côtes parallèles *DI*, & *HE*, & par la Ligne transversale *FG* distinguée en deux moitiés, l'une *DG* d'un Bleu foncé, & l'autre *FE* d'un Rouge foncé. Et *BACcab* représente le Prisme dont les Plans refringens *ABba* & *ACca* se rencontrent au bord de l'Angle refringent *Aa*. Ce bord *Aa* élevé en haut, est parallèle à l'horizon, & aux extremités parallèles du Papier *DI* & *HE*; & la Ligne transversale *FG* est perpendiculaire au Plan de la Fenêtre. Du reste, *de* représente l'Image du Papier, vuë par une Refraction qui porte en haut de manière que la moitié Bleuë *DG* est élevée plus haut vers *dg*, que la moitié Rouge *FE* ne l'est vers *fe*, & souffre par conséquent une plus grande

Tome I. B de

26 *Traité d'Optique, sur la Lumière*

de Refraction. Si le bord de l'Angle refringent est tourné en bas, l'Image du Papier sera abaissée par la Refraction en bas, comme vers $\delta\epsilon$; & la moitié Bleuë sera jettée plus bas vers $\delta\gamma$, que la moitié Rouge ne l'est vers $\phi\epsilon$.

SECONDE EXPERIENCE. Autour du Papier décrit ci-dessus dont les deux moitiéz étoient peintes de Rouge & de Bleu, & qui étoit aussi fort qu'un simple carton, je roulai plusieurs fois un fil delié de soye extremement noire, en telle sorte que les différentes parties de ce fil pussent paroître sur les Couleurs comme autant de lignes noires tirées dessus, ou comme des ombres longues & minces, repanduës sur ces Couleurs. J'aurois pû tracer des lignes noires avec une plume, mais ces fils étoient plus deliez, & mieux terminez. Ce Papier ainsi coloré, & enveloppé de fils noirs, je l'appliquai contre un Mur perpendiculairement à l'Horizon, de sorte que l'une des couleurs fût à main droite, & l'autre à main gauche. Tout près devant le Papier dans le confin des Couleurs vers le bas je plaçai une Chandelle pour bien éclairer le Papier, car cette expérience fut faite de nuit. J'approchai la flamme

me de la Chandelle jusqu'au bord inférieur du Papier, ou un peu plus haut. Après quoi, à la distance de six pieds & un ou deux pouces du Papier, j'élevai sur le Plancher une Lentille de verre, large de quatre pouces & un quart, qui pût rassembler les Rayons venant des différens Points du Papier, les faire converger vers tout autant d'autres Points à la même distance de six pieds & un ou deux pouces, de l'autre côté de la Lentille, & peindre ainsi l'Image du Papier coloré sur un Papier blanc mis dans cet endroit-là, de la même manière qu'une Lentille appliquée au trou d'un Volet de Fenêtre dans une chambre obscure, jette les Images des Objets de dehors sur une feuille de Papier blanc. Ayant donc placé ce Papier blanc perpendiculairement à l'Horizon, & aux Rayons qui y tomboient dessus en venant de la Lentille, je l'approchois quelquefois de la Lentille, & quelquefois je l'en éloignois, afin de trouver les endroits où les Images des parties bleuës & rouges du Papier coloré paroïtroient le plus distinctement. Je découvris facilement ces endroits-là par les Images des lignes noires formées par la soye que j'avois roulée autour du Papier. Car les Images de ces Lignes déliées, qui à cause de leur noir-

ceur paroïssent comme des ombres sur le Bleu, & sur le Rouge, étoient confuses & à peine visibles, hormis dans le tems que les Couleurs qui étoient à côté de ces Lignes, se trouvoient terminées fort distinctement. Ayant donc observé avec toute l'attention possible les endroits où les Images des moitié rouges & bleuës du Papier coloré paroïssent les plus distinctes, je trouvai que là où la moitié Rouge du Papier paroïssoit distinctement, la moitié Bleuë paroïssoit si confuse qu'on y pouvoit à peine voir les lignes noires tirées dessus cette moitié Bleuë; & qu'au contraire là où la moitié Bleuë paroïssoit le plus distinctement, la moitié Rouge paroïssoit si confuse, que les Lignes noires étoient à peine visibles sur cette dernière moitié. Du reste, il y avoit un pouce & demi de distance entre les deux endroits où ces Images paroïssent distinctes, de sorte que lorsque l'Image de la moitié Rouge du Papier coloré paroïssoit le plus distinctement, l'endroit du Papier blanc où se peignoit cette Image, étoit éloigné de la Lentille, un pouce & demi de plus que n'en étoit éloigné l'endroit du même Papier blanc où l'Image de la moitié Bleuë paroïssoit le plus distinctement. Donc à pareilles

Inci-

Incidences du Bleu & du Rouge sur la Lentille, le Bleu étoit plus rompu par la Lentille que le Rouge, de sorte qu'il convergeoit un pouce & demi plus près de la Lentille; & par conséquent le Bleu est plus refrangible que le Rouge.

EXPLICATION. Dans la 12^{me}. Figure, *DE* désigne le Papier coloré, *DG* la moitié Bleuë, *FE* la moitié Rouge, *MN* la Lentille, *HI* le Papier blanc, dans l'endroit où la moitié Rouge avec ses lignes noires paroît distincte; & *hi* le même Papier dans l'endroit où la moitié Bleuë paroît distincte. L'endroit *hi* étoit un pouce & demi plus près de la Lentille *MN*, que l'endroit *HI*.

SCHOLIE. Les mêmes choses arrivent, quoi qu'il se trouve quelque variété dans les circonstances, comme dans la première *Experience* lorsque le Prisme & le Papier sont inclinez à l'Horizon en quelque proportion que ce soit, ou dans les deux *Experiences* lorsqu'on trace des lignes colorées sur du papier fort noir. Mais dans la description de ces *Experiences*, j'ai marqué les circonstances qui peuvent, ou rendre le Phenomene plus sensible, ou instruire un Novice à en faire plus aisément l'essai, ou bien qui ont été les

seules employées de la manière dont je les ai faites. J'en ai souvent usé de même à l'égard des Experiences que je décrirai dans la suite, ce qui soit dit une fois pour toutes. Au reste il ne s'ensuit pas des Experiences qu'on vient de voir, que toute la Lumière du Bleu soit plus refrangible que toute la Lumière du Rouge, car ces deux Lumières sont mêlées de Rayons différemment refrangibles, de sorte que dans le Rouge il se trouve quelques Rayons qui ne sont pas moins refrangibles que ceux du Bleu; & quelques-uns dans le Bleu, qui ne sont pas plus refrangibles que ceux du Rouge. Mais à proportion de toute la Lumière, ces Rayons-là sont en fort petit nombre; & s'ils contribuent à rendre l'Experience moins sensible, ils ne sont pas capables de la détruire. Car si le Rouge & le Bleu étoient moins chargez & plus foibles, les Images seroient à moins d'un pouce & demi de distance l'une de l'autre; & si ces mêmes Couleurs étoient plus vives & plus foncées, cette distance seroit plus grande, comme on le verra dans la suite. Ces Experiences peuvent suffire pour ce qui concerne les Couleurs des Corps Naturels. Car à l'égard des Couleurs produites par la Refraction des

Pris-

Prismes, la Proposition qui a fait le sujet de cet Article, sera confirmée par les Experiences qu'on va voir dans l'Article suivant.

SECONDE PROPOSITION : Theoreme II.

La Lumière du Soleil est composée de Rayons differemment refrangibles.

LA PREUVE FONDÉE SUR DES EXPERIENCES.

TROISIÈME EXPERIENCE.

Dans une Chambre fort obscure ayant fait dans le Volet d'une de ses Fenêtres un trou rond d'environ un tiers de pouce de largeur, j'appliquai à ce trou un Prisme de Verre par lequel les Rayons du Soleil qui donnoient dans ce trou pussent être jettez en haut par Refraction vers le Mur opposé de la Chambre, & y tracer une Image colorée du Soleil. Dans cette Experience & les suivantes l'Axe du Prisme (c'est à dire la ligne qui parallele au bord de l'Angle refringent traverse le milieu du Prisme d'un bout à

l'autre) étoit perpendiculaire aux Rayons incidens. Ayant tourné lentement le Prisme autour de cet Axe, je vis que la Lumière rompuë tracée sur le Mur, c'est à dire l'Image colorée du Soleil, descendoit d'abord, & ensuite montoit. Entre cette descente & cette montée lorsque l'Image paroissoit stationnaire, j'arrêtai le Prisme, & le fixai dans cette situation afin qu'il ne remuât plus. Car dans cette position les Refractions de la Lumière aux deux côtez de l'Angle refringent, c'est à dire, à l'entrée des Rayons dans le Prisme, & à leur sortie du Prisme, étoient égales entr'elles. Ainsi, dans d'autres Experiences, toutes les fois que je voulois faire en sorte que les Refractions fussent égales entr'elles aux deux côtez du Prisme, je marquois l'endroit où l'Image du Soleil formée par des Rayons rompus s'arrêtoit entre ses deux mouvemens opposez dans la commune periode de son allée & de son retour; & lorsque l'Image tomboit sur cet endroit-là, je fixois le Prisme. Et c'est dans cette situation, comme la plus commode, qu'on doit compter que tous les Prismes ont été placez dans les Experiences suivantes, à moins que je ne désigne expressément quelque autre position.

tion. Le Prisme étant donc situé de cette manière, je laissai tomber la Lumière rompuë, vers le Mur opposé de la Chambre, sur une feuille de Papier blanc perpendiculaire aux Rayons rompus, & j'observai la figure & les dimensions de l'Image Solaire que cette Lumière traçoit sur le Papier. Cette Image, quoi qu'oblongue, n'étoit pas ovale, mais terminée par deux côtez rectilignes & paralleles, & par deux bouts semi-circulaires. Par ses côtez elle étoit terminée assez distinctement, mais d'une manière très-confuse par ses bouts où la Lumière commençant à manquer, s'évanouissoit par degrés. La largeur de cette Image répondoit au Diametre du Soleil, & étoit d'environ deux pouces & $\frac{1}{4}$ ^{me}. de pouce, y compris la penombre. Car l'Image étoit à dix-huit pieds & demi du Prisme; & à cette distance la largeur de l'Image étant diminuée par le diametre du Trou fait au volet de la Fenêtre, (c'est à dire, d'un quart de pouce,) elle soutendoit au Prisme un Angle d'environ demi degré qui est le Diametre apparent du Soleil. Mais la longueur de l'Image étoit d'environ dix pouces & un quart, & la longueur des côtez rectilignes d'environ huit pouces; & l'Angle refringent du Prisme qui pro-

duisoit toute cette longueur, étoit de 64 degrés. Lorsque cet Angle étoit plus petit, la longueur de l'Image étoit aussi plus petite, la largeur restant toujours la même. Si l'on tournoit le Prisme autour de son Axe du côté qui faisoit que les Rayons sortoient plus obliquement de la seconde surface réfringente du Prisme, l'Image devenoit bien tôt plus longue d'un ou deux pouces, ou au delà; & si l'on tournoit le Prisme du côté opposé en sorte qu'on fit tomber les Rayons d'une manière plus oblique sur la première surface réfringente, l'Image devenoit bien-tôt un ou deux pouces plus courte. Pour cet effet, en faisant cette Expérience je m'appliquois avec tout le soin possible à mettre exactement le Prisme, suivant la Règle mentionnée ci-dessus, en telle situation que les Réfractions des Rayons en sortant du Prisme fussent égales aux Réfractions qu'ils souffroient en y entrant. Le Prisme dont je me servois, avoit quelques veines repandues dans le Verre d'un bout à l'autre, lesquelles dispersoient irrégulièrement certaine partie de la Lumière du Soleil, mais sans contribuer pourtant à augmenter sensiblement la longueur du *Speçtre* ou de l'Image colorée: car ayant fait cette Ex-
pe-

perience avec d'autres Prismes, elle me réussit de la même manière. Et en particulier, avec un Prisme qui paroissoit exempt de pareilles veines, & dont l'Angle refringent étoit de 62 degrés & demi, je trouvai la longueur de l'Image de 9 pouces $\frac{1}{4}$ ou de dix pouces, à la distance de 18 pieds & demi du Prisme, la largeur du Trou fait au volet de la Fenêtre étant d'un quart de pouce, comme auparavant. Mais parce qu'il est aisé de se méprendre à placer le Prisme dans sa situation convenable, je repetai l'Experience quatre ou cinq fois; & je trouvais toujours, que la longueur de l'Image étoit telle qu'elle a été marquée ci-dessus. Avec un autre Prisme d'un verre plus net & d'un poli plus parfait, lequel paroissoit exempt de veines, & dont l'Angle refringent étoit de 63 degrés & demi, la longueur de l'Image, à la même distance de 18 pieds & demi, se trouva aussi d'environ 10 pouces, ou 10 pouces & demi. Outre ces mesures, à environ $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{3}$ de pouce des deux bouts de l'Image la Lumière des Nuées paroissoit un peu teinte de rouge & de violet, mais la couleur en étoit si foible, que je soupçonnai que cette teinture venoit totalement ou en grand^r partie de quelques

Rayons de l'Image dispersez irrégulièrement par quelques inégalitez qui se trouvent dans la substance & sur le poli du verre. C'est pourquoi je ne l'ai pas ajoutée aux mesures dont je viens de parler. Du reste la differente grandeur du Trou dans le volet de la Fenêtre, la differente épaisseur du Prisme dans l'endroit où les Rayons passoient à travers; & les differentes inclinaisons du Prisme à l'Horizon, ne produisoient aucun changement sensible dans la longueur de l'Image. La differente matière des Prismes n'y en produisit pas non plus, car dans un Vase composé de plaques polies de Verre, cimentées ensemble en forme de Prisme, & remplies d'eau, l'Experience réussit de la même manière, eû égard à la quantité de la Refraction. Il faut observer d'ailleurs, que les Rayons alloient, en droite ligne, du Prisme à l'Image; & qu'ainsi en sortant du Prisme ils avoient toute cette inclinaison reciproque, d'où procedoit la longueur de l'Image, c'est à dire, une inclinaison de plus de deux dégrez & demi. Il n'étoit pourtant pas possible, selon les Régles de l'Optique vulgairement reçue, qu'ils fussent si fort inclinez l'un à l'autre. Car soit * *EG* le Volet de la Fenêtre, *F* le

Trou

rou fait dans ce Volet par où un Trait de Lumière du Soleil étoit introduit dans la Chambre obscure, & ABC un Plan imaginaire à trois angles, par lequel on suppose que le Prisme est coupé en travers par la partie moyenne de la Lumière; ou, si vous voulez, soit ABC le Prisme lui-même, tourné directement vers l'œil du Spectateur par sa plus proche extrémité; soit XY le Soleil, MN le Papier sur lequel est jettée l'Image Solaire; & PT l'Image même dont les côtes en v & w sont rectilignes & parallèles, & les extrémités P & T finissent en demi-cercle. Soient $YKHP$, & $XLIT$ deux Rayons dont le premier allant de la plus basse partie du Soleil à la partie la plus haute de l'Image, est rompu dans le Prisme en K & H , & le dernier allant de la plus haute partie du Soleil à la partie la plus basse de l'Image est rompu en L & I . Puisque les Refractions des deux côtes du Prisme sont égales entr'elles, c'est à dire, que la Refraction en K est égale à la Refraction en I , & que la Refraction en L est égale à la Refraction en H , de sorte que les Refractions des Rayons incidens en K & L prises ensemble sont égales aux Refractions des Rayons émergens en H & I prises ensemble; il s'ensuit

38 *Traité d'Optique, sur la Lumière*

en ajoûtant choses égales à choses égales, que les Refractions en *K* & *H* prises ensemble, sont égales aux Refractions en *I* & *L* prises ensemble; & par conséquent, que les deux Rayons étant également rompus, ont après la Refraction la même inclinaison qu'ils avoient auparavant, c'est à dire, l'inclinaison d'un demi degré qui répond au Diametre du Soleil: car telle étoit l'inclinaison reciproque des Rayons avant la Refraction. Ainsi donc, selon les Régles de l'Optique vulgaire, la longueur de l'Image *P T* soutiendrait au Prisme un Angle d'un demi-dégré, & par conséquent seroit égale à la longueur *vw*, d'où il s'ensuivroit que l'Image seroit ronde. Cela, dis-je, seroit ainsi, supposé que les deux Rayons *XLIT* & *YKHP*, & tous les autres qui forment l'Image *PwTv*, fussent également refrangibles. Donc, puisqu'on trouve par experience que l'Image, au lieu d'être ronde, est environ cinq fois plus longue que large, les Rayons qui par la plus grande Refraction sont renvoyez au plus haut bout *P* de l'Image, doivent être plus refrangibles, que ceux qui sont renvoyez au plus bas bout *T*, à moins que l'inégalité de Refraction ne soit accidentelle. Cette Image *P T* étoit colorée, de Rouge à son

ex-

extrémité *T* la moins rompuë, de Violet à l'autre extrémité *P* la plus rompuë, & dans l'entredeux, de Jaune, de Verd, de Bleu: ce qui s'accorde avec la PREMIERE PROPOSITION, *Que les Rayons de Lumière qui different en couleur, different aussi en degréz de refrangibilité.*

Dans les Exemples précédens j'ai mesuré la longueur de l'Image depuis le Rouge le plus foible & le plus extérieur à l'un des bouts, jusqu'au Bleu le plus foible & le plus extérieur à l'autre bout, excepté seulement une petite Penombre dont la largeur excédoit à peine un quart de ponce, comme il a été remarqué ci-dessus.

QUATRIÈME EXPERIENCE. Dans un Trait de Lumière Solaire, transmis dans la Chambre au travers du Trou fait au volet de la Fenêtre, je mis le Prisme, à quelques pieds de distance de ce Trou, en telle situation que son Axe fût perpendiculaire à ce Trait de Lumière. Ensuite je regardai vers le Trou au travers du Prisme; & tournant le Prisme de part & d'autre autour de son Axe pour faire monter & descendre l'image du Trou, lorsqu'entre ses deux mouvemens opposés elle me parut stationnaire, j'arrêtai le Prisme.

Prisme afin que les Refractions des deux côtez de l'Angle refringent pussent être égales entr'elles, comme dans l'Experience précédente. Regardant le Trou du Volet au travers du Prisme ainsi situé, j'observai que la longueur de son Image rompuë surpassoit de beaucoup sa largeur; & que la partie de cette Image qui étoit la plus rompuë paroïssoit Violette; que la moins rompuë paroïssoit Rouge, & les parties d'entredoux, Bleuës, Vertes, & Jaunes, selon l'ordre que je viens de les nommer. La même chose arriva lorsqu'ayant retiré le Prisme d'entre la Lumière du Soleil, je regardai au travers de ce Prisme le Trou éclairé par la Lumière qui venoit des nuées. Cependant si la Refraction se faisoit régulièrement suivant une certaine proportion entre les Sinus d'Incidence & de Refraction, comme on le suppose communément, l'Image rompuë devroit paroître ronde.

Il paroît donc par ces deux Experiences qu'à incidences égales il y a une inégalité de Refractions très-considérable. Mais de savoir d'où vient cette inégalité si c'est de ce que quelques-uns des Rayons incidens sont plus rompus, & d'autres moins; & cela constamment, ou
par

par hazard ; ou de ce qu'un seul & même Rayon est confondu , dissipé , & pour ainsi dire , fendu & éparpillé en plusieurs Rayons divergens , comme le suppose *Grimaldo* , c'est ce qui ne paroît pas encore par ces Experiences , mais qui paroîtra par celles qui suivent.

CINQUIÈME EXPERIENCE. Considerant donc que , si dans la Troisième Experience l'Image du Soleil eût pris une forme oblongue , ou par une dilatation de chaque Rayon , ou par quelque autre inégalité des Refractions , causée par accident , une seconde Refraction faite de côté devroit rendre cette même Image tout aussi oblongue en largeur qu'elle l'étoit en longueur , par le moyen d'une pareille dilatation de Rayons , ou de quelque autre inégalité accidentelle des Refractions faites de côté , j'essayai quels seroient les effets d'une seconde Refraction de cette espèce. Dans cette vuë ayant disposé toutes choses comme dans la Troisième Experience , je plaçai un second Prisme immédiatement après le premier , mais de telle manière qu'il le croisoit , pour pouvoir rompre encore le Trait de la Lumière Solaire , lequel venoit à lui au travers du premier Prisme. Ce Trait de Lumière

mière se rompoit de bas en haut dans le premier Prisme, & de côté dans le second. Et j'éprouvai que par la Refraction causée par le second Prisme la largeur de l'Image n'étoit point augmentée, mais que sa partie supérieure qui dans le premier Prisme souffroit la plus grande Refraction, & paroïsoit Violette & Bleuë, souffroit encore dans le second Prisme une plus grande Refraction que dans sa partie inférieure qui paroïsoit Rouge & Jaune; & cela sans que l'Image fût aucunement dilatée en largeur.

EXPLICATION. Soit * *S* le Soleil; *F* le Trou dans le Volet de la Fenêtre; *ABC* le premier Prisme; *DH* le second Prisme; *Y* l'Image ronde du Soleil, produite par un Trait de Lumière direct après qu'on a ôté les Prismes; *PT* l'Image oblongue du Soleil, produite par ce Trait de Lumière passant au travers du premier Prisme tout seul, le second Prisme ayant été ôté; & *pt* l'Image produite par les Refractions croisées des deux Prismes. Or si les Rayons qui tendent vers les différens Points de l'Image ronde *Y* étoient dilatez & dispersez par la Refraction du premier Prisme, de sorte qu'ils ne dussent plus

plus aller par autant de lignes particulieres à certains Points particuliers, mais que chaque Rayon étant fendu, éparpillé, & changé de Rayon *lineaire* en une surface de Rayons, divergens du Point de refraction, & faisans un même plan avec les Angles d'Incidence & de Refraction, de telle manière que dans ces Plans les Rayons fussent repandus sur autant de lignes qui s'étendissent presque depuis un bout de l'Image PT jusqu'à l'autre; & que ce fût-là ce qui rendît cette Image oblongue; si c'étoit là le cas, ces Rayons avec leurs différentes parties tendant vers les differens points de l'Image PT , devroient être encore dilatez & repandus de côté par la Refraction *transversale* du second Prisme, jusqu'à composer une Image quarrée comme celle qui est représentée en $\pi 1$. Pour mieux comprendre ce que je dis-là, distinguez l'Image PT en cinq parties égales PQK , KQL , $LRSM$, $MSVN$, NVT . Par la même irrégularité que la Lumière orbiculaire Y , étant dilatée par la Refraction du premier Prisme vient à former l'Image oblongue PT , la Lumière PQK qui occupe un espace de la même longueur & largeur que la Lumière Y , devroit être dilatée par la Refrac-

fraction du second Prisme, & former la longue Image $\pi q \times p$; & la Lumière $K \mathcal{Q} R L$ devoit former la longue Image $k q r l$; & les Lumières $L R S M, M S V N, N V T$, autant d'autres longues Images $l r s m, m s v n, n v t$; auquel cas toutes ces longues Images composeroient l'Image quarrée πl . C'est ainsi, dis-je, que cela devoit arriver, si chaque Rayon étoit dilaté par la Refraction, & repandu en une surface triangulaire de Rayons divergens du Point de Refraction. Car la seconde Refraction épandroit les Rayons d'un côté, autant que la première les épand de l'autre, & par cela même dilateroit l'Image en largeur autant que la première Refraction la dilate en longueur. Et la même chose devoit arriver, si quelques Rayons souffroient par accident une plus grande Refraction que d'autres. Mais la chose arriva tout autrement. Car l'Image $P T$ ne fut pas rendue plus large par la Refraction du second Prisme, mais devint seulement oblique; comme elle est représentée en $p t$, son extrémité supérieure P étant transportée par la Refraction à une plus grande distance que son extrémité inférieure T . Ainsi la Lumière qui alloit vers l'extrémité supérieure P de l'Image, étoit (à incidences éga-

égales) plus rompuë dans le second Prisme, que la Lumière qui tendoit vers l'extrémité inférieure *T*, c'est à dire le Bleu & le Violet, plus que le Rouge & le Jaune; & par conséquent elle étoit plus refrangible. Cette même Lumière étoit transportée, par la Refraction du premier Prisme, plus loin de l'endroit *X* où elle tendoit avant la Refraction; & souffroit par conséquent, aussi bien dans le premier Prisme que dans le second, une plus grande Refraction que le reste de la Lumière; & étoit dès-là plus refrangible que le reste, avant même qu'elle vint à tomber sur le premier Prisme.

Je mis quelquefois un troisième Prisme après le second, & quelquefois un quatrième après le troisième, afin que par tous ces Prismes l'Image pût être souvent rompuë de côté: mais les Rayons qui souffroient dans le premier Prisme une plus grande Refraction que le reste, en souffroient une plus grande dans tous les autres Prismes; & cela, sans que l'Image fût aucunement dilatée de côté. C'est donc à juste titre que ces Rayons, constans à être plus rompus que les autres, sont reputez plus refrangibles.

Mais afin que le resultat de cette Experience paroisse plus clairement, il est bon

bon de remarquer que les Rayons qui sont également refrangibles, tombent tous sur un Cercle qui répond au Disque du Soleil : car c'est ce qui a été prouvé dans la Troisième Experience. Par un Cercle je n'entens pas ici un Cercle parfait & geometrique, mais une Figure orbiculaire dont la longueur est égale à sa largeur, & qui à vuë d'œil peut paroître circulaire. Donc soit * *AG* le Cercle que tous les Rayons les plus refrangibles, propagez du Disque entier du Soleil, peindroient sur le Mur opposé s'ils étoient seuls : *EL* le Cercle que tous les Rayons moins refrangibles peindroient pareillement s'ils étoient seuls ; & *BH*, *CI*, *DK*, les Cercles qu'autant d'espèces de Rayons intermedits peindroient successivement sur le Mur, si chacun à part ils étoient propagez du Soleil successivement, le reste étant toujours intercepté. Enfin imaginez qu'il y a d'autres Cercles intermedits sans nombre, que d'autres Espèces innombrables de Rayons intermedits traceroient successivement sur le Mur, si le Soleil renvoyoit successivement chacune de ces Espèces à part. Mais parce que le Soleil renvoye toutes ces espèces de Rayons

à

à la fois, il faut qu'ils peignent tous ensemble un nombre innombrable de cercles égaux qui placez en ordre dans une suite continuë selon leurs dégrez de refrangibilité, contribuent tous à composer l'Image oblongue PT que j'ai décrite dans la Troisième Experience. Or si l'Image circulaire du Soleil $\mathcal{X}$ (dans les Figures 14. & 15.) laquelle est formée par un Trait de Lumière non rompu, étoit convertie en l'Image oblongue PT , par la dilatation de chacun des Rayons en particulier, ou par quelque autre irrégularité dans la Refraction du premier Prisme, il faudroit par la même raison qu'en vertu de la Refraction croisée du second Prisme qui à son tour dilateroit ou disperseroit de quelque autre manière les Rayons comme auparavant, il faudroit, dis-je, que dans cette Image chaque Cercle AG , BH , CI , &c. fût pareillement étendu & transformé en figure oblongue; auquel cas la largeur de l'Image PT se trouveroit alors autant augmentée que la longueur de l'Image $\mathcal{X}$ l'avoit été auparavant par la Refraction du premier Prisme; & par conséquent la Refraction des deux Prismes mis ensemble formeroit une Figure quarrée $p\pi t\lambda$, telle qu'elle a été décrite ci-dessus. Donc, puif-

que la largeur de l'Image PT n'est pas augmentée par la Refraction faite de côté, il est certain que les Rayons ne sont pas fendus, dilatez, ou irrégulièrement dispersez de quelque autre manière par cette Refraction, mais que chaque Cercle est transporté tout entier dans un autre endroit par une Refraction régulière & uniforme, comme le Cercle AG par la plus grande Refraction en ag , le Cercle BH par une moindre Refraction en bb , le Cercle CI par une Refraction encore moindre en ci , & ainsi du reste; & c'est par ce moyen qu'une nouvelle Image pt inclinée à la précédente PT est pareillement composée de Cercles couchez sur une ligne droite, lesquels doivent être de la même grandeur que les précédens, parce que les largeurs de toutes les Images Y , PT , & pt sont égales, à égales distances des Prismes.

Je considérerai de plus, que par la largeur du Trou F au travers duquel la Lumière passe dans la Chambre obscure, il se fait une Penombre autour de l'Image Y ; & que cette Penombre reste dans les côtes rectilignes des Images PT & pt . Je mis donc au devant de ce Trou une Lentille ou le Verre objectif d'un Telescope qui pût renvoyer distinctement l'Image

nage du Soleil en $\mathcal{Y}$ sans la moindre Penombre; & par ce moyen la Penombre les côtez rectilignes des Images oblongues PT & pt fut aussi tout-à-fait dissipée, de sorte que ces côtez parurent terminer aussi distinctement que la circonférence de la première Image $\mathcal{Y}$. Il arrive justement la même chose si le Verre des Prismes est exempt de veines, & que leurs côtez soient exactement plans & bien polis sans ce nombre infini de rayes produites ordinairement par des trous, faits par le sable, qu'on a un peu polis avec de la potée. Et même si les côtez, au lieu d'être exactement plans, sont un peu convexes ou concaves, comme il arrive fréquemment, & du reste que le Verre soit bien poli & exempt de veines, les trois Images $\mathcal{Y}$, PT , & pt peuvent fort bien se trouver sans Penombre, mais non pas à égales distances des Prismes. Or de ce manque de Penombre j'inferai plus certainement, que chacun des Cercles mentionnez ci-dessus, étoit rompu en conséquence de quelque Loi absolument régulière, uniforme & constante. Car s'il y avoit quelque irrégularité dans la Refraction, les Lignes AE , & GL que tous les Cercles touchent dans l'Image PT , ne pourroient point être trans-

ferées par cette Refraction dans les Lignes *ae* & *gl*, aussi distinctes & aussi droites qu'elles l'étoient auparavant, mais il paroîtroit dans ces Lignes transférées quelque Penombre, quelque courbure, quelque ondulation, ou quelque autre confusion sensible, ce qui est directement contraire à l'expérience. Toute Penombre ou confusion qui seroit produite dans les Cercles par la Refraction croisée du second Prisme, paroîtroit visiblement dans les Lignes droites *ae* & *gl*, qui touchent ces Cercles. Et par conséquent puisqu'il n'y a, ni Penombre, ni confusion dans ces Lignes droites, il n'y en doit point avoir dans les Cercles. Puisque la distance entre ces Tangentes, ou la largeur de l'Image, n'est pas augmentée par les Refractions, les Diametres des Cercles ne sont pas augmentez non plus par ce moyen-là. Puisque ces Tangentes continuent d'être Lignes droites, chaque Cercle qui est plus ou moins rompu par le premier Prisme, est exactement rompu dans la même proportion, plus ou moins, par le second Prisme. Et comme tout cela continuë d'arriver de la même manière, lorsque les Rayons sont encore rompus de côté par un troisième & un quatrième Prisme, il est évident que les

Rayons

Rayons d'un seul & même Cercle sont constamment uniformes & homogenes entr'eux par rapport à leur degré de refrangibilité ; & que les Rayons de differens Cercles different en degrés de refrangibilité , & cela dans une certaine proportion constante & déterminée, ce que je m'étois chargé de prouver.

Au reste il y a dans cette Experience une ou deux particularitez qui rendent la chose encore plus sensible & plus convaincante. Que le second Prisme *DH** soit placé, non immédiatement après le premier, mais à quelque distance, supposé à moitié chemin entre ce premier Prisme & le Mur sur lequel est jettée l'Image oblongue *PT*, en sorte que la Lumiere qui vient du premier Prisme puisse tomber sur le second Prisme en forme d'une Image oblongue $\pi 1$ parallele à ce second Prisme, & qu'elle soit rompue de côté, pour former sur le Mur l'Image oblongue $\pi 1$; & vous trouverez comme auparavant, que l'Image *p t* est inclinée à l'Image *PT* que le premier Prisme avoit formée tout seul sans le second ; les extremités Bleues *P* & *p* étant plus éloignées l'une de l'autre, que les Rouges *T* & *t* : & par con-

C 2

se-

52 *Traité d'Optique , sur la Lumière*

féquent que les Rayons qui vont à l'extrémité Bleuë π de l'Image $\pi 1$, & qui par cela même souffrent la plus grande Refraction dans le premier Prisme, sont encore plus rompus dans le second Prisme que les autres Rayons.

J'essayai encore la même chose en introduisant la Lumière du Soleil dans une Chambre obscure à travers deux petits Trous ronds * F & ϕ faits au volet de la Fenêtre, & en rompant avec deux Prismes paralleles ABC & $\alpha\beta\gamma$ placez devant ces Trous, (un au devant de chaque Trou) les deux Traits de Lumière qui passioient au travers de ces deux Trous, les faisant tomber sur le Mur opposé de la Chambre de telle manière que les deux Images colorées PT & MN qu'ils peignoient sur le Mur, étoient jointes bout à bout, & couchées sur une Ligne droite, l'extrémité Rouge T de l'une des Images touchant l'extrémité Bleuë M de l'autre Image. Car si ces deux Traits de Lumière étoient encore rompus de côté par un troisième Prisme qui croisât les deux premiers, & que par ce moyen-là les Images fussent transportées en quelque autre endroit du Mur, l'Image PT , par exemple,

en

* *Fig. 17.*

en pt & l'Image MN en mn , ces Images transportées pt & mn n'étoient plus touchées sur une seule Ligne droite, leurs extrémités contiguës, comme auparavant; mais au contraire étant séparées l'une de l'autre, elles devenoient parallèles, l'extrémité Bleue m de l'Image mn , étant par une plus grande Réfraction transportée plus loin de sa première place MT , que l'extrémité Rouge t de l'autre Image pt , ne l'étoit de la même place MT , ce qui met la Proposition à couvert de toute dispute. Du reste la même chose arrive, soit que le troisième Prisme DH soit placé immédiatement après les deux premiers, ou à une distance considérable, de sorte que la Lumière rompuë par les deux premiers Prismes tombe sur le troisième, ou blanche & circulaire, ou colorée & oblongue.

SIXIÈME EXPERIENCE. Ayant pris deux Planches assez minces je fis au milieu de chacune un Trou rond d'un tiers de Pouce de Diamètre; & ayant fait dans le volet de la Fenêtre un trou beaucoup plus large, pour laisser entrer dans ma Chambre obscure un gros trait de Lumière Solaire, je mis un Prisme derrière le volet au devant de

cette Lumière pour la faire tomber rompuë sur le Mur opposé ; & justement derriere ce Prisme je fixai une de mes Planches, en sorte que le milieu de la Lumière rompuë pût passer au travers du trou que j'y avois fait, & que le reste fût intercepté par la Planche. Ensuite, à la distance d'environ douze pieds de la première Planche, je fixai l'autre Planche en telle sorte que le milieu de la Lumière rompuë qui ayant passé par le Trou de la première Planche, étoit tombée sur le Mur opposé, pût passer à travers le Trou de cette autre Planche, & que le reste étant intercepté par la Planche pût y tracer l'Image colorée du Soleil. Et immédiatement derriere cette seconde Planche je fixai un autre Prisme pour rompre la Lumière qui passoit au travers du Trou. Alors je revins promptement au premier Prisme, & le tournant lentement de côté & d'autre autour de son Axe je fis en sorte que l'Image qui étoit tombée sur la seconde Planche, se mouvoit en haut & en bas sur cette Planche, pour que toutes les parties de l'Image pussent passer successivement par le Trou de cette Planche, & tomber sur le Prisme qui étoit derriere. En même temps je

mar-

marquai sur le Mur opposé les lieux où cette Lumière passoit après avoir été rompuë dans le second Prisme ; & par la différence des Lieux , je trouvai que la Lumière qui après avoir souffert une plus grande Refraction dans le premier Prisme , alloit à l'extrémité Bleuë de l'Image , étoit encore plus rompuë dans le second Prisme que la Lumière qui alloit à l'extrémité Rouge de la même Image , ce qui prouve la première Proposition aussi bien que la seconde. Et cela se passoit ainsi , soit que les Axes des deux Prismes fussent paralleles , ou bien inclinez l'un à l'autre , & à l'Horizon , à Angles donnez quelconques.

EXPLICATION. Soit * *F* le large Trou fait au volet de la Fenêtre , au travers duquel le Soleil donne sur le premier Prisme *ABC* : Que la Lumière rompuë tombe sur le milieu de la Planche *DE* ; que le milieu de cette Lumière tombe sur le Trou *G* qui est au milieu de cette même Planche : & que cette partie de la Lumière , qui a passé par ce Trou , tombe encore sur le milieu de la seconde Planche *de*, & y peigne une Image du Soleil oblongue

C 4

&

* *Fig. 18.*

56 *Traité d'Optique, sur la Lumière*
 & colorée , telle qu'elle a été décrite
 dans la troisiéme Experience. En tour-
 nant doucement le Prisme *ABC* de cô-
 té & d'autre , autour de son Axe , cette
 Image sera transportée vers le haut & le
 bas de la Planche *de* ; & par ce moyen
 toutes ses parties, d'un bout à l'autre, peu-
 vent être transmises successivement à tra-
 vers le Trou *g* qui est au milieu de cer-
 te Planche. En même temps il faut
 fixer un autre Prisme *abc* immédiate-
 ment après le Trou *g* , pour que la Lu-
 mière qui passe au travers de ce Trou ,
 soit rompuë une seconde fois. Ces cho-
 ses ainsi disposées, je marquai les endroits
M & *N* du Mur opposé , sur lesquels
 tomboit la Lumière rompuë, & je trou-
 vai que , tandis que les deux Planches
 & le second Prisme restoient immobiles,
 ces endroits étoient dans un changement
 continuel si l'on tournoit le premier
 Prisme autour de son Axe. Car lors-
 que la partie inferieure de la Lumière
 qui tomboit sur la seconde Planche *de*,
 étoit renvoyée à travers le Trou *g* , el-
 le alloit à un endroit inferieur du Mur
M ; & lorsque la partie superieure de
 cette Lumière étoit renvoyée à travers
 le même Trou *g* , elle alloit à un en-
 droit superieur du Mur *N* ; & lorsque
 quel-

quelque partie intermédiaire de cette même Lumière étoit renvoyée au travers de ce Trou , elle alloit à quelque endroit du Mur entre *M* & *N*. Parce que la position des Trous dans les Planches ne changeoit jamais, l'Incidence des Rayons sur le second Prisme étoit la même dans tous ces cas. Mais malgré cette commune Incidence , quelques-uns des Rayons étoient plus rompus , & d'autres moins. Et ceux qui étoient les plus rompus dans ce second Prisme, c'étoient ceux qui par une plus grande Refraction dans le premier Prisme , étoient jettes plus à l'écart ; & par conséquent on peut les nommer à juste titre *Rayons plus refrangibles*, à cause de leur constance à être moins rompus que les autres.

SEPTIÈME EXPERIENCE.

Ayant fait deux Trous l'un près de l'autre dans le volet de ma Fenêtre, je mis au devant deux Prismes , un devant chaque Trou, lesquels pussent renvoyer sur le Mur opposé (de la manière qui a été décrite dans la *Troisième Experience*) deux Images du Soleil , oblongues & colorées. Et ayant mis , à une petite distance du Mur , un morceau de Papier , long & étroit , dont les bords étoient droits & parallèles , je disposai

58. *Traité d'Optique, sur la Lumière*

les Prismes & le Papier de telle manière que la couleur Rouge de l'une de ces Images tombât directement sur une moitié du Papier, & la couleur Violette de l'autre Image sur l'autre moitié du même Papier, de sorte que le Papier paroïssoit de deux couleurs, Rouge & Violet, à peu près comme le Papier peint dans *la première & la seconde Expérience*. Après cela, je couvris d'un drap noir le Mur qui étoit derrière le Papier, afin que l'expérience ne pût point être troublée par quelque Lumière réfléchie du côté du Mur. Regardant alors le Papier au travers d'un troisième Prisme parallèle au Papier, je vis que la moitié du Papier qui étoit éclairée d'une Lumière Violette, étoit séparée de l'autre moitié par une plus grande Refraction, sur tout lorsque je m'éloignois considérablement du Papier. Car lorsque je le regardois de trop près, les deux moitiés du Papier ne paroïssent plus entièrement séparées, mais contiguës par un de leurs Angles, comme le Papier peint, moitié Bleu & moitié Rouge, dans *la première Expérience*. La même chose arrivoit, lorsque je me servois d'un papier trop large.

Quel-

Quelquefois, au lieu de Papier j'employois un Fil blanc, qui au travers du Prisme paroïssoit divisé en deux fils parallèles, comme cela est représenté dans la Figure 19^{me}. où *DG* désigne le Fil éclairé de Rayons Violets depuis *D* jusqu'à *E*, & de Rayons Rouges depuis *F* jusqu'à *G*; & où *de* & *fg* sont les deux moitiés du Fil, vûës par Refraction au travers du Prisme. Si une moitié du Fil est constamment illuminée de Rouge, & l'autre moitié de toutes les Couleurs successivement, (ce qui peut être effectuë en faisant que l'un des Prismes tourne autour de son Axe tandis que l'autre reste immobile) cette dernière moitié, à regarder le Fil au travers du Prisme, paroïtra, lorsqu'elle sera illuminée de Rouge, continuée sur une Ligne droite avec la première moitié, commençant d'en être un peu séparée lorsqu'elle sera illuminée d'Orange, & s'en écartant plus loin lorsqu'elle sera illuminée de Jaune, & plus loin encore lorsqu'elle sera illuminée de Verd, & encore davantage lorsqu'elle sera illuminée de Bleu, & plus encore lorsqu'elle sera illuminée d'Indigo, & beaucoup plus encore lorsqu'elle sera illuminée d'un Violet foncé. Tout cela montre

évidemment que les Rayons de différentes couleurs sont en différents degrés plus refrangibles les uns que les autres, & cela dans l'ordre suivant, à commencer par les moins refrangibles, le Rouge, l'Orangé, le Jaune, le Verd, le Bleu, l'Indigo, le Violet foncé; ce qui prouve aussi bien la PREMIÈRE PROPOSITION que la SECONDE.

Outre cela je disposai * les Images colorées *PT* & *MN*, produites dans la Chambre obscure par la Refraction de deux Prismes, de telle manière qu'elles étoient jointes bout à bout & couchées sur une même Ligne droite, comme je l'ai décrit ci-dessus dans la cinquième Expérience, & regardant ces Images au travers d'un troisième Prisme parallèle à leur longueur, elles ne parurent plus unies ensemble sur une Ligne droite, mais entièrement séparées l'une de l'autre, comme elles sont représentées en *pt* & *mn*, l'extrémité violette *m* de l'Image *mn* étant par une plus grande Refraction transportée plus loin de sa première place *MT*, que l'extrémité Rouge *t* de l'autre Image *pt*.

Une autre fois je disposai † ces deux Images *PT* & *MN* de telle sorte qu'elles

les devinrent coïncidentes, leurs couleurs étant dans un ordre inverse, c'est à dire l'extrémité Rouge de l'une de ces Images tombant sur l'extrémité Violette de l'autre Image, comme elles sont représentées dans la Figure oblongue *PTMN*: après quoi les ayant regardées au travers d'un Prisme *DH* que je tenois parallèle à leur longueur, elles ne parurent point coïncidentes comme lors que je les regardois simplement avec l'œil, mais sous la forme de deux Images distinctes *p t* & *m n* qui se croisoient par le milieu à la manière de la Lettre X. D'où il paroît que le Rouge d'une de ces Images, & le Violet de l'autre qui étoient coïncidens en *PN* & *MT*, (ayant été séparés l'un de l'autre par une plus grande Refraction du Violet en *p* & *m*, que du Rouge en *n* & *t*,) différen-
rent en degrés de refrangibilité.

Ayant pris encore un petit cercle de papier blanc, je le couvris tout entier de la lumière de deux Prismes mêlée ensemble; & lorsque ce morceau de papier fut illuminé du Rouge d'une des Images, & du Violet foncé de l'autre, de sorte que par le mélange de ces couleurs il paroîs-
soit tout-à-fait teint en pourpre, je le regardai d'abord à une petite distance,

& ensuite, à une plus grande, au travers d'un troisième Prisme ; & à mesure que je m'éloignois du Papier, son Image se separoit de plus en plus, en conséquence de l'inégale Refraction des deux Couleurs mêlées ensemble ; & enfin elle se partagea en deux Images distinctes, l'une Rouge, & l'autre Violette, celle-ci plus éloignée du Papier, & qui par conséquent avoit souffert la plus grande Refraction. Et lorsque le Prisme qui placé près de la Fenêtre, jettoit du Violet sur le Papier, fut ôté, l'Image Violette disparut aussi-tôt : mais l'autre Prisme étant ôté, l'Image Rouge s'évanouit à son tour : ce qui fait voir, que ces deux Images n'étoient autre chose que les Lumières des deux Prismes, d'abord entremêlées sur le Papier teint en pourpre, mais ensuite séparées de nouveau par leurs Refractions inégales, faites dans le troisième Prisme au travers duquel on regardoit le Papier. Une autre chose digne de remarque, c'est que, si l'on tournoit autour de son Axe l'un des Prismes qui étoit près de la Fenêtre, (supposez celui qui jettoit du Violet sur le Papier) pour faire que toutes les Couleurs, le Violet, l'Indigo, le Bleu, le Verd, le Jaune, l'Orangé, le Rouge, tom-
bas-

bassent successivement de ce Prisme sur le Papier, selon l'ordre dans lequel je viens de les nommer, l'Image Violette changeoit de couleur suivant cet ordre, passant successivement à l'Indigo, au Bleu, au Verd, au Jaune, & en changeant de couleur, elle approchoit de plus en plus de l'Image Rouge produite par l'autre Prisme, jusqu'à ce qu'étant Rouge aussi, les deux Images devenoient absolument coïncidentes.

Je mis aussi deux Cercles de Papier, fort près l'un de l'autre, l'un sur la Lumière Rouge d'un des Prismes, & l'autre sur la Lumière Violette de l'autre Prisme. Ils avoient chacun un pouce de Diametre; & derriere ces Cercles le Mur étoit couvert de noir, afin que l'Experience ne pût point être troublée par quelque Lumière qui vînt de ce côté-là. Ces Cercles ainsi illuminez, je les regardai au travers d'un Prisme que je tenois de telle manière que la Refraction pût se faire vers le Cercle Rouge; & à mesure que je m'éloignois des Cercles, ils s'approchoient toujours plus l'un de l'autre, & devinrent enfin coïncidens: après quoi venant encore à m'en éloigner davantage, ils se sepa-

ré-

64 *Traité d'Optique, sur la Lumière*
rérent de nouveau dans un ordre con-
traire, le Violet étant emporté au
delà du Rouge par une plus grande
Refraction.

HUITIEME EXPERIENCE. En Eté
dans le temps que la Lumière du Soleil a
accoutumé d'être la plus forte, je mis un
Prisme devant le Trou du volet de ma
Fenêtre comme dans *la troisième Expe-*
rience, mais de telle sorte que l'Axe du
Prisme fut parallele à l'Axe de la Terre :
& contre le Mur opposé à l'endroit où
tomboit la Lumière rompuë du Soleil,
je mis un Livre ouvert. Alors, à six
piés & deux pouces de distance du Li-
vre, je plaçai la Lentille mentionnée
ci-dessus, par laquelle la Lumière que
le Livre reflechiroit, pût devenir conver-
gente, & se reünir encore derriere la
Lentille à la distance de six piés & deux
pouces, & y peindre les Images ou Espé-
ces particulières du Livre sur une Feuille
de Papier blanc, à peu près comme
dans *la seconde Experience*. Ayant fixé le
Livre & la Lentille, je marquai l'en-
droit où étoit le Papier, lorsque les Ca-
ractères du Livre, éclairés par le Rou-
ge le plus vif de l'Image Solaire qui tom-
boit dessus, étoient peints le plus dis-
tinctement sur ce Papier. Après cela,
j'at-

j'attendis que par le mouvement du Soleil & celui de son Image sur le Livre, toutes les Couleurs depuis ce Rouge jusqu'au milieu du Bleu eussent passé sur ces Caractères: & lorsque les Caractères furent illuminez par ce Bleu, je marquai encore l'endroit du Papier où ils étoient peints le plus distinctement; & je trouvai que ce dernier endroit du Papier étoit environ deux pouces & demi, ou deux pouces & $\frac{1}{4}$ plus près de la Lentille que le premier. Par conséquent la Lumière qui faisoit l'extrémité Violette de l'Image, fut d'autant plutôt convergée & rassemblée par une plus grande Refraction, que la Lumière qui en composoit l'extrémité Rouge. Du reste, en faisant cette Experience, j'obscurcis la Chambre autant qu'il me fut possible. Car si les Couleurs sont ternies & affoiblies par le mélange de quelque Lumière étrangere, la distance entre les divers endroits du Papier où paroîtront les différentes couleurs, ne sera pas si grande. Dans la seconde Experience où j'employai des Couleurs de Corps naturels, cette distance n'étoit que d'un pouce & demi, à cause de l'imperfection de ces Couleurs. Mais ici que j'employois les Couleurs du Prisme, qui sont manifestement
plus

plus hautes, plus foncées, & plus vives que celles des Corps naturels, la distance étoit de deux pouces & $\frac{3}{4}$. Et si les Couleurs étoient encore plus vives, je ne doute point que cette distance ne fût considérablement plus grande. Car par l'interposition des Cercles décrits dans la seconde Figure de *la cinquième Expérience*, comme aussi par la Lumière des Nuées dont l'éclat, qui approche le plus de celui du Soleil, se mêloit avec ces Couleurs, & par des Rayons dispersés par les inégalitez de la surface du Prisme, la Lumière colorée du Prisme étoit si composée, que les Images que l'Indigo & le Violet, Couleurs foibles & obscures, jettoient sur le Papier, n'étoient pas assez distinctes pour pouvoir être bien observées.

NEUVIEME EXPERIENCE. Ayant pris un Prisme dont les deux Angles égaux sur sa base étoient demi-droits, & le troisième un droit, je le mis au devant d'un Trait de Lumière Solaire qui passoit dans la chambre obscure par un Trou fait dans le Volet de la Fenêtre, comme dans *la troisième Expérience*. Et tournant lentement ce Prisme autour de son Axe jusqu'à ce que toute la Lumière qui avoit passé à travers un de ses Angles & y avoit été rompuë, eût :

eût commencé d'être réfléchi par sa Base par où jusqu'alors elle étoit sortie du Verre, j'observai que les Rayons qui avoient souffert la plus grande Réfraction, étoient plus tôt réfléchis que les autres. Sur cela j'imaginai que les Rayons de la Lumière réfléchi qui étoient les plus réfrangibles, étoient les premiers qui par une totale réflexion se trouvoient dans cette Lumière en plus grande quantité que le reste; & que dans la suite les autres y étoient aussi par une réflexion totale, en aussi grande quantité que les premiers. Pour en faire l'épreuve, je fis passer la Lumière réfléchi au travers d'un autre Prisme; & cette Lumière ayant été rompuë par ce dernier Prisme je la fis tomber ensuite sur une feuille de Papier blanc, placé derrière à quelque distance, où les couleurs ordinaires du Prisme furent peintes par le moyen de cette réfraction. Après cela, tournant le premier Prisme autour de son Axe comme ci-dessus, j'observai, que lorsque les Rayons qui dans ce Prisme-là avoient souffert la plus grande réfraction, & paroissent Bleus & Violets, commencèrent à être totalement réfléchis, la Lumière Bleuë & Violette, peinte sur le Papier, qui étoit la plus rompuë dans le

le

le second Prisme, reçut un accroissement sensible par dessus le Rouge & le Jaune qui étoient moins rompus; & qu'ensuite, lorsque le reste de la Lumière, qui étoit Verd, Jaune & Rouge, commença à être totalement reflechi dans le premier Prisme, la Lumière de ces dernières Couleurs peintes sur le Papier, reçurent un aussi grand accroissement que celui que le Violet & le Bleu avoient reçu auparavant. D'où il s'ensuit évidemment, que le Trait de Lumière reflechi par la Base du Prisme étant grossi premièrement par les Rayons les plus refrangibles, & ensuite par les moins refrangibles, est composé de Rayons différemment refrangibles. Or que toute cette espèce de Lumière reflechie soit de la même nature que la Lumière du Soleil avant son Incidence sur la Base du Prisme, c'est de quoi personne ne s'est jamais avisé de douter, tout le monde tombant généralement d'accord, que par de telles reflexions la Lumière ne souffre aucune alteration dans ses modifications & proprietéz. Je ne considere ici aucune Refraction faite dans les côtez du premier Prisme, parce que la Lumière y entrant perpendiculairement au premier côté, & en sortant perpendiculai-

re-

tement au second, ne souffre dès-là aucune Refraction. Ainsi donc la Lumière incidente du Soleil étant de la même nature que sa Lumière émergente, puisque cette dernière est composée de Rayons différemment refrangibles, la première doit être composée de la même manière.

*EXPLICATION. Dans la 21.^{me} Figure, *ABC* est le premier Prisme ou sa section en travers; *BC* sa Base; *B* & *C* ses Angles égaux sur la Base, chacun de 45 degrés; *A* sa Pointe rectangulaire; *FM* un Trait de Lumière Solaire introduit dans une Chambre obscure au travers du Trou *F* large d'un tiers de pouce; *M* son incidence sur la Base du Prisme; *MG* un Rayon moins rompu; *MH* un Rayon plus rompu; *MN* le Trait de Lumière réfléchi de la Base; *VXY* le second Prisme par lequel ce Trait de Lumière est rompu, en passant au travers; *Nt* la Lumière de ce Trait la moins rompuë; & *Np* celle qui l'est le plus. Lorsqu'on tourne le premier Prisme *ABC* autour de son Axe selon l'ordre des Lettres *ABC*, les Rayons *MH* sortent toujours plus obliquement de ce Prisme; & enfin, après leur for-

sortie la plus oblique, ils sont réfléchis vers N , & s'avancant en p ils augmentent le nombre des Rayons Np . Après quoi, si l'on continuë de mouvoir le premier Prisme, les Rayons MG sont aussi réfléchis en N , & augmentent le nombre des Rayons Nt . Donc la Lumière MN reçoit dans sa composition, premièrement les Rayons les plus refringibles, & ensuite les moins refringibles; & cependant après cette composition, elle est de la même nature que la Lumière immédiate du Soleil FM , parce qu'elle ne reçoit aucune alteration de la Reflexion de la Base speculaire BC .

DIXIEME EXPERIENCE. Ayant pris deux Prismes de la même forme, je les liai ensemble de telle manière que leurs Axes & leurs Côtes oppoiez étant paralleles, ils composoient un Parallelopipe. Et un Trait de Lumière Solaire ayant été introduit dans ma Chambre obscure par un petit trou fait au volet de ma Fenêtre, je mis ce Parallelopipe devant de ce Trait de Lumière, à quelque distance du Trou, en telle situation que les Axes des Prismes pussent être perpendiculaires aux Rayons incidens, & que ces Rayons tombant sur le premier côté de l'un des Prismes, pussent aller à

tra-

travers les deux côtez contigus des deux Prismes, & sortir par le dernier côté du second Prisme. Ce dernier côté étant parallele au premier côté du premier Prisme, rendoit la Lumière émergente parallele à l'incidente. Ensuite, au delà des deux Prismes j'en mis un troisième qui pût rompre cette Lumière émergente, & par cette Refraction jeter les couleurs ordinaires du Prisme sur le Mur opposé, ou sur une feuille de Papier blanc que je tenois à une distance convenable derriere le Prisme pour y recevoir cette Lumière rompuë. Après cela, je tournai le Parallelopipede autour de son Axe; & lorsque les côtez contigus des deux Prismes furent devenus si obliques aux Rayons incidens, que ces Rayons commencèrent à être reflechis, je trouvai qu'alors les Rayons, qui dans le troisième Prisme avoient été le plus rompus & avoient illuminé le Papier, de Violet & de Bleu, furent les premiers separez, par une totale Reflexion, de la Lumière transmise, les autres restant, & peignant leurs couleurs sur le Papier, comme auparavant, savoir le Verd, le Jaune, l'Orangé, & le Rouge: & ensuite, continuant le mouvement des deux Prismes liez ensemble, le reste des Rayons

yons furent aussi dissipés par une totale Reflexion, chacun à son tour, selon leurs différens degrez de refrangibilité. Donc la Lumière qui sortoit des deux Prismes, est composée de Rayons différemment refrangibles, puisque les Rayons les plus refrangibles peuvent en être ôtés, tandis que les moins refrangibles restent. Que si après avoir passé seulement au travers des surfaces parallèles des deux Prismes, elle avoit souffert quelque changement par la Refraction d'une de ces surfaces, elle devoit perdre cette impression par la Refraction contraire de l'autre surface, de sorte qu'étant par là rétablie dans son premier état, elle se trouvoit de la même nature qu'avant que de tomber sur ces Prismes; & par conséquent avant son incidence elle étoit autant composée de Rayons différemment refrangibles qu'après.

EXPLICATION. Dans la 22^{me}. Figure, * ABC , & BCD sont les deux Prismes joints ensemble en forme d'un Parallelopipede, leurs Côtes BC & CB étant contigus; & leurs Côtes AB & CD , parallèles. Et HIK est le troisième Prisme, par lequel la Lumière du Soleil qui a été introduite par le Trou F

F dans la Chambre obscure & qui là a passé au travers des Côtez des Prismes *AB*, *BC*, *CB*, & *CD*, est rompuë en *O* sur le Papier blanc *PT*, où elle tombe en partie sur *P* par une plus grande Refraction, en partie sur *T* par une moindre Refraction, & en partie sur *R* & autres endroits intermedits par des Refractions intermedites. En tournant le Parallelopipede *ACBD* autour de son Axe, selon l'ordre des Lettres *A*, *C*, *D*, *B*, il arrivera, que, lorsque les Plans contigus *BC* & *CB* seront suffisamment obliques aux Rayons *FM* qui tombent sur ces Plans en *M*, là s'évanouiront totalement de la Lumière rompuë *OPT*, premièrement les Rayons les plus rompus *OP*, (les autres *OR* & *OT*, restant, comme auparavant,) ensuite les Rayons *OR* & d'autres Rayons intermedits, & enfin les Rayons les moins rompus *OT*. Car lorsque le Plan *BC* vient à être suffisamment incliné aux Rayons qui tombent dessus, ces Rayons commenceront à être totalement réfléchis par ce Plan vers *N*; & les Rayons les plus refrangibles étant les premiers qui seront totalement réfléchis, (comme cela a été expliqué dans l'Experience précédente) ils doivent par consé-

Tome I. D quent,

quent, disparoître les premiers en *P* : & ensuite les autres, à mesure qu'ils seront, chacun en son rang, totalement réfléchis en *N*, doivent disparoître aussi dans le même ordre en *K* & *T*. Ainsi donc les Rayons qui en *O* souffrent la plus grande refraction, peuvent être séparés de la Lumière *MO* tandis que les autres Rayons y restent; & par conséquent la Lumière *MO* est composée de Rayons différemment refrangibles. Et parce que les Plans *AB* & *CD* sont parallèles, & que par cela même ils détruisent par des refractions égales & opposées leurs effets mutuels, la Lumière incidente doit être du même genre & de la même nature que la Lumière émergente *MO*; & par conséquent elle est composée aussi de Rayons différemment refrangibles. Avant que les Rayons les plus refrangibles soient séparés de la Lumière émergente *MO*, les deux Lumières *FM* & *MO* conviennent en couleur & en toute autre propriété, autant que j'en puis juger par mon observation: c'est donc à juste titre qu'elles sont réputées de la même nature; & par conséquent l'une est aussi composée que l'autre. Mais dès que les Rayons les plus refrangibles commencent d'être totale-

ment

ment réfléchis, & par ce moyen d'être séparés de la Lumière émergente *MO*, cette Lumière change de couleur, passant successivement du Blanc à un Jaune lavé & foible, à un assez bon Orangé, & enfin à un Rouge très-foncé, après quoi elle s'évanouit entièrement. Car après que les Rayons les plus refringibles qui en *P* teignent le Papier d'une couleur de pourpre, sont séparés du Trait de Lumière *MO* par une totale Reflexion, le reste des Couleurs qui paroissent sur le Papier en *R* & *T*, étant mêlées dans la Lumière *MO*, y composent un Jaune foible; & après que le Bleu & une partie du Verd qui paroissent sur le Papier entre *P* & *R*, ont été dissipez, le reste qui paroît entre *R* & *T* (c'est à dire, le Jaune, l'Orangé, le Rouge, & un peu de Verd) étant mêlé dans la Lumière *MO*, y composent une couleur d'Orangé; & lorsque tous les Rayons sont séparés par Reflexion, de la Lumière *MO*, il ne reste que les Rayons les moins refringibles qui avoient paru d'un Rouge foncé en *T*; & la couleur de ces Rayons est la même dans ce Trait de lumière *MO* qu'elle avoit été auparavant en *T*, la Refraction du Prisme *HIK* ne servant qu'à séparer les Ra-

yons différemment refrangibles sans produire aucune alteration dans leurs couleurs, comme je le prouverai plus amplement dans la suite: Toutes observations qui confirment la première Proposition aussi bien que la seconde.

SCHOLIE. Si joignant cette Experience avec la précédente, on n'en fait qu'une seule en appliquant un quatrième Prisme VXY^* pour rompre le Trait de Lumière MN vers tp , la conclusion sera encore plus évidente. Car en ce cas-là la Lumière Np qui dans le quatrième Prisme est plus rompuë qu'aucune autre, deviendra plus forte & plus éclatante lorsque la Lumière OP , qui est la plus rompuë dans le troisième Prisme HIK , se fera évanouïe en P ; & ensuite lorsque la Lumière la moins rompuë OT viendra à s'évanouïr en T , la Lumière la moins rompuë Nt s'augmentera aussi, tandis que la Lumière la plus rompuë en p ne reçoit aucun nouvel accroissement. Et comme le trait transmis MO a toujours, en disparoissant, la couleur qui doit resulter du mélange des couleurs qui tombent sur le Papier PT , de même le Trait reflechi MN est toujours de la couleur qui doit resulter du mélange

* Fig. 22.

ge des Couleurs qui tombent sur le Papier *pt.* Car lorsque les Rayons les plus refrangibles sont par une totale Reflexion separez du Trait *MO*, & qu'ils laissent ce Trait Orangé, l'excès de ces Rayons dans la Lumière reflechie, rend non seulement le Violet, l'Indigo & le Bleu en *p* plus vifs, mais fait aussi que le Trait *MN* change sa Couleur jaunâtre, qui est celle du Soleil, en un Blanc pâle tirant sur le Bleu, & qu'il recouvre ensuite sa Couleur jaunâtre, aussi-tôt que tout le reste de la Lumière transmise *MOT* est reflechi.

Puis donc que parmi toute cette variété d'Experiences, faites ou sur une Lumière reflechie par des Corps naturels, comme dans la première & la seconde Experience, ou *speculaires*, comme dans la neuvième Experience; ou sur une Lumière rompuë, & cela avant que les Rayons inégalement rompus soient separez l'un de l'autre par divergence, & qu'ayant perdu la Blancher qu'ils ont tous ensemble, ils paroissent séparément de différentes couleurs, comme dans la cinquième Experience, ou après que separez l'un de l'autre ils paroissent colorez, comme dans la sixième, la septième, & la huitième Experience; soit enfin que l'é-

preuve se fasse sur une Lumière transmise à travers des surfaces paralleles qui détruisent leurs effets l'une de l'autre , comme dans la dixième Experience ; puisque dans tous ces différens cas il se trouve toujours des Rayons qui à incidences égales sur le même Milieu souffrent des Refractions inégales, & cela sans aucune division ou dilatation des Rayons particuliers , comme il paroît par la cinquième & la sixième Experience ; & puisque les Rayons qui different en refrangibilité peuvent être separés l'un de l'autre, ou par Refraction, comme dans la troisième Experience , ou par Reflexion, comme dans la dixième ; & qu'alors les différentes Espèces de Rayons prises à part , souffrent à égales incidences des Refractions inégales, & que les Espèces qui sont plus rompuës que les autres après avoir été séparées, sont celles qui étoient plus rompuës avant leur separation, comme on peut le voir dans la sixième Experience & les suivantes : enfin puisque si la Lumière du Soleil est transmise successivement à travers trois, quatre Prismes, &c. mis en croix, les Rayons qui dans le premier Prisme sont plus rompus que les autres, sont aussi plus rompus que les autres dans tous les.

Et les Couleurs. LIV. I. PART. I. 79
les Prismes suivans, sur le même pié &
dans la même proportion, comme il pa-
roît par la cinquième Experience, il
est manifeste que la Lumière du Soleil
est un mélange hétérogene de Rayons,
dont les uns sont constamment plus re-
frangibles que les autres, comme le por-
te la SECONDE PROPOSITION qui
fait le sujet de cet Article.



TROISIEME PROPOSITION: Theoreme III:

*La Lumière du Soleil est composée de
Rayons differens en Reflexibilité;
Et les Rayons qui sont les plus
refrangibles, sont aussi plus re-
flexibles que les autres.*

C'EST là est évident par la Neuvième,
& la Dixième Experience. Car
dans la neuvième, ayant tourné le
Prisme autour de son Axe, jusqu'à ce
que les Rayons qui en passant du Prisme
dans l'Air étoient rompus par sa Base,
fussent si inclinez à cette Base qu'ils com-
mençassent à être totalement reflechis,
les Rayons qui furent les premiers en-

tièrement réfléchis, ce furent ceux qui auparavant à égales incidences avec le reste avoient souffert la plus grande Refraction. La même chose arrive dans la Reflexion causée par la Base commune de deux Prismes, dans la *dixième Expérience*.



QUATRIÈME PROPOSITION : Probleme I.

Faire en sorte que les Rayons hétérogenes d'une Lumière composée soient séparés l'un de l'autre.

LEs Rayons hétérogenes sont en quelque sorte séparés l'un de l'autre par la Refraction du Prisme, dans la *troisième Expérience* : & en ôtant (dans la *cinquième Expérience*) la Penombre des Côtez rectilignes de l'Image colorée, cette separation devient parfaite dans ces mêmes Côtez rectilignes de l'Image. Il est vrai que dans tous les espaces qui se rencontrent entre ces Côtez rectilignes, les Cercles innombrables décrits dans la *Cinquième Expérience* qui sont illuminez, chacun en particulier, de Rayons homogènes, rendent la Lumière assez com-
po-

posée en rentrant l'un dans l'autre & se mêlant partout ensemble. Mais si l'on pouvoit diminuer le diametre de ces Cercles, leurs Centres conservant leur distance & leur position, ils s'entremêleroient moins, & par conséquent le mélange des Rayons hétérogenes diminueroit à proportion. Dans la 23.^{me}. *Figure*, soient AG, BH, CI, DK, EL, FM , les Cercles qu'autant d'espèces de Rayons venant du même Disque du Soleil, illuminent, comme on l'a vû dans la *troisième Experience*, de tous lesquels Cercles & d'une infinité d'autres intermedits couchez tout de suite entre les deux bords rectilignes & paralleles de l'Image oblongue du Soleil PT , est composée cette Image, de la manière que cela a été expliqué dans la *cinquième Experience*. Et soient ag, bh, ci, dk, el, fm , autant de moindres Cercles couchez en pareil ordre entre deux lignes droites paralleles af & gm , (leurs centres aux mêmes distances) & illuminez des mêmes espèces de Rayons, c'est à dire le Cercle ag illuminé de la même espèce que le Cercle correspondant AG ; le Cercle bh de la même espèce que le Cercle correspondant BH ; & le reste des Cercles ci, dk, el, fm , respective-

82 *Traité d'Optique, sur la Lumière*

ment illuminez des mêmes espèces que leurs differens Cercles correspondans *CI, DK, EL, FM*. Dans la Figure *PT* composée des plus grands Cercles, trois de ces Cercles *AG, BH, CI*, sont si engagez & mêlez ensemble, que les trois espèces de Rayons qui illuminent ces Cercles avec une infinité d'autres sortes de Rayons intermedits, se trouvent mêlez ensemble en *QR* au milieu du Cercle *BH*. Et le même mélange se rencontre dans presque toute la longueur de la Figure *PT*. Mais dans la Figure *pt*, qui est composée des moindres Cercles, les trois plus petits Cercles *ag, bb, ci*, qui répondent aux trois plus grands que je viens d'indiquer, ne se répandent point l'un dans l'autre: il n'y a pas même, en aucune de leurs parties, deux des trois espèces de Rayons dont ces petits Cercles sont illuminez, qui soient mêlées ensemble; & dans la Figure *PT* elles sont toutes entremêlées en *BH*.

Or qui considerera la chose de cette manière, comprendra sans peine que le mélange des Rayons diminué dans la même proportion que les Diametres des Cercles. Si l'on fait les Diametres des Cercles trois fois plus petits qu'auparavant,

vant, leurs centres restant toujours à la même distance, le mélange sera trois fois moindre : si on les fait dix fois plus petits, le mélange sera dix fois moindre, & ainsi en toute autre proportion. C'est à dire que le mélange des Rayons dans la plus grande *Figure PT* sera par rapport à leur mélange dans la plus petite *Figure pt*, comme la latitude de la plus grande Figure est à la latitude de la plus petite. Car les latitudes sont égales aux Diametres de leurs Cercles. D'où il s'ensuit naturellement, que le mélange des Rayons dans l'Image rompuë *pt* est au mélange des Rayons dans la Lumière directe & immédiate du Soleil, comme la largeur de cette Image est à la différence qu'il y a entre la longueur & la largeur de la même Image.

Si donc on veut diminuer le mélange des Rayons, il faut diminuer les Diametres des Cercles. Et c'est ce qu'on fera, si l'on peut rendre le Diametre du Soleil, auquel ces Diametres répondent, plus petit qu'il n'est, ou (ce qui revient à la même chose) si hors de la Chambre à une grande distance du Prisme opposé au Soleil, on place un Corps opaque, percé d'un trou rond au milieu, afin d'intercepter toute la Lumière du

84 *Traité d'Optique, sur la Lumière*

Soleil, excepté ce qui venant du milieu du corps du Soleil peut passer au Prisme par ce trou. Car par ce moyen les Cercles *AG*, *BH*, & le reste ne répondront plus au Disque entier du Soleil, mais seulement à cette partie qui peut être vûë du Prisme au travers de ce Trou, c'est à dire à la grandeur apparente de ce Trou, vû au travers du Prisme. Mais afin que ces Cercles puissent répondre plus distinctement à ce Trou-là, il faut mettre auprès du Prisme une Lentille par laquelle l'Image du Trou (c'est à dire, chacun des Cercles *AG*, *BH*, &c.) soit jettée distinctement sur un Papier en *PT*, de la même manière que par une Lentille placée devant une Fenêtre, les Images des Objets de dehors sont tracées ou peintes distinctement sur un Papier au dedans de la Chambre, & que les Côtez rectilignes de l'Image oblongue du Soleil, dans la *cinquième Expérience*, ont été marquez distinctement sans aucune Penombre. Si l'on s'y prend ainsi, il ne sera point nécessaire de transporter ce Trou fort loin, non pas même au delà de la Fenêtre. C'est pourquoy au lieu d'employer ce Trou, j'en fis un au Volet de ma Fenêtre dont je me servis comme vous allez voir.

O N-

ONZIEME EXPERIENCE. Dans la Lumière du Soleil , introduite dans ma Chambre obscure par un petit Trou rond fait au Volet de ma Fenêtre , à environ dix ou douze pieds de la Fenêtre , je mis une Lentille par laquelle l'Image du Trou pût être jettée distinctement sur une feuille de Papier blanc , placée à fix , huit , ou douze pieds de la Lentille. Car selon la difference des Lentilles je plaçai le Papier à des distances differentes qu'il n'importe point , à mon avis , de marquer ici en détail. Ensuite, immédiatement après la Lentille je mis un Prisme par lequel la Lumière transmise pût être jettée par Refraction en haut ou de côté ; en vertu dequoi l'Image ronde que la Lentille toute seule avoit jetté sur le Papier , pût être formée en une Image oblongue avec des Côtez paralleles , comme dans *la troisième Experience*. Je fis tomber cette image oblongue sur un autre Papier à environ la même distance du Prisme qu'auparavant , avançant le Papier vers le Prisme , ou l'en éloignant , jusqu'à ce que j'eusse trouvé la juste distance où les Côtez rectilignes de l'Image étoient marquez de la maniere la plus distincte. Car en ce cas les

Images circulaires du Trou, qui composent cette Image oblongue, tout ainsi que les Cercles *ag*, *bb*, *ci*, &c. composent la Figure *pt* (*Fig. 23.*) se trouvoient terminées très-distinctement sans aucune Penombre; & comme dès-là elles ne rentroient l'une dans l'autre que le moins qu'il étoit possible, le mélange des Rayons hétérogenes ne fut jamais moindre qu'en cette occasion. C'est ainsi que je formois une Image oblongue (telle que *pt*, *Fig. 23.* & 24.) par les Images circulaires d'un Trou de Volet, (telles que *ag*, *bb*, *ci*, &c.) & en faisant ce Trou plus grand ou plus petit, je rendois les Images circulaires, *ag*, *bb*, *ci*, &c. dont l'Image oblongue étoit composée, plus grandes ou plus petites à plaisir; & par là je rendois aussi le mélange des Rayons, dans l'Image *pt*, aussi grand ou aussi petit que je voulois.

EXPLICATION. Dans la 24^{me}. *Figure*, *F* représente le Trou circulaire fait dans le Volet de la Fenêtre; *MN* la Lentille par laquelle l'Image de ce Trou est tracée distinctement sur un Papier en *I*; *ABC* le Prisme par lequel les Rayons sortant de la Lentille sont rompus d'*I* vers un autre Papier en *pt*, &

& l'Image ronde en *I* est changée en une Image oblongue *pt* en tombant sur cet autre Papier. Cette Image *pt* est composée de Cercles placez l'un après l'autre en ordre rectiligne, comme cela est suffisamment expliqué dans la cinquième *Experience* : & ces Cercles sont égaux au Cercle *I* ; & par conséquent leur grandeur répond à celle du Trou *F*. Donc en diminuant ce Trou, on peut diminuer les Cercles à plaisir, tandis que leurs Centres restent au même endroit. Par ce moyen il m'est arrivé de rendre la largeur de l'Image *pt* quarante fois, & quelquefois même soixante ou septante fois moindre que sa longueur. Car par exemple, si la largeur du Trou *F* est un dixième de pouce ; & que *MF* la distance où la Lentille est du Trou, soit de 12 pieds ; si *pB* ou *pM* la distance de l'Image *pt* du Prisme ou de la Lentille, est de 10 pieds, & que l'Angle réfringent du Prisme soit de 62 degrés, la largeur de l'Image *pt* fera un douzième de pouce, & sa longueur sera par rapport à la largeur comme 72 à 1 ; & par conséquent, la Lumière de cette Image est septante & une fois moins composée que la Lumière directe du Soleil. Or une Lumière qui est simple &

& homogène jusqu'à ce point-là, l'est assez pour faire sur la Lumière simple toutes les Expériences qui sont contenues dans ce Livre. Car dans cette Lumière la composition des Rayons hétérogènes est si peu considérable que l'Ocail peut à peine la découvrir & l'appercevoir, excepté peut-être dans l'Indigo & le Violet. Car comme ce sont deux Couleurs obscures, elles reçoivent aisément une alteration sensible de cette petite Lumière dispersée qui pour l'ordinaire est rompue irrégulièrement par les inégalitez du Prisme.

Cependant il est mieux de substituer au Trou rond *F* un Trou oblong en forme de Parallelogramme, dont la longueur soit parallèle au Prisme *ABC*. Car si ce Trou a un pouce ou deux de longueur, & seulement un dixième ou un douzième de pouce de largeur, ou encore moins, la Lumière de l'Image *pt* sera aussi simple qu'auparavant, ou même plus simple; & l'Image deviendra beaucoup plus large, & sa Lumière sera par conséquent un sujet plus propre à faire des Expériences.

A ce Trou parallelogramme on en peut substituer un triangulaire à côtes égaux, dont la Base, par exemple, soit environ

ron la dixième partie d'un pouce , & sa hauteur un pouce , ou davantage. Car par ce moyen , si l'Axe du Prisme est parallele à la perpendiculaire de ce Triangle , l'Image *pt* (dans la 25^{me} Figure) sera formée de Triangles Ifofcclcs *ag* , *bb* , *ci* , *dk* , *el* , *fm* , &c. & d'un nombre innombrable d'autres intermedits , répondans en forme & en grandeur au Trou triangulaire , & couchez de suite l'un après l'autre entre deux Lignes paralleles *af* & *gm*. Ces Triangles font un peu entremêlez à leur Base, mais non pas à leurs Pointes. C'est pourquoi la Lumière est un peu composée du côté de l'Image le plus brillant *af* , mais entièrement *decomposée du côté le plus obscur *gm* ; & toutes les parties de cette Image d'entre les côtez , font plus ou moins composées selon qu'elles font éloignées du côté plus obscur *gm*. Et quand on a une Image *pt* d'une telle composition , l'on peut faire des Experiences , ou sur sa Lumière plus forte & moins simple près du côté *af* , ou sur sa Lumière plus foible & plus simple près de l'autre côté *gm* , selon qu'on le trouvera convenable.

Mais

* C'est-à-dire tout-à-fait simple , exempte de toute composition.

Mais lorsqu'on fait des Experiences de cette espèce, il faut rendre la Chambre aussi obscure qu'il est possible, de peur que quelque Lumière étrangere ne se mêle avec la Lumière de l'Image *pt*, & n'en détruise la simplicité; sur tout si l'on a dessein de faire des Experiences sur la Lumière la plus simple tout auprès du côté *gm* de l'Image: car cette Lumière étant la plus foible aura moins de proportion avec la Lumière étrangere, qui en se mêlant avec elle la rendra, par conséquent, plus trouble & plus composée. Il faut aussi que la Lentille soit bonne, c'est-à-dire très-propre de sa nature à servir aux Usages Optiques; & que le Prisme ait un angle fort étendu, comme de 65° ou 70 degrés; qu'il soit bien fait; d'un verre exempt de bulles & de veines; que les Côtes n'en soient pas comme à l'ordinaire, un peu convexes ou concaves, mais absolument plans; & que le Poli en soit travaillé de la même manière que celui des Lunettes de Telescopes, & non, suivant l'usage ordinaire, avec de la potée qui ne fait qu'user les bords des Troux faits par le sable, de sorte qu'il reste sur tout le Verre un nombre infini de très-petites hauteurs polies & convexes, qui ressemblent

semblent à des ondes. Il faut encore que les bords du Prisme & de la Lentille , par tout où ils peuvent produire quelque Refraction irréguliere , soient couverts d'un Papier noir colé dessus. Et du Trait Solaire qui entre dans la Chambre , tout ce qui est inutile pour l'Experience , doit être intercepté avec du Papier noir, ou avec quelque autre Corps de cette Couleur. Car autrement la Lumiere inutile étant reflechie de tous côtez dans la Chambre, se mêlera avec l'Image oblongue , & contribuera à la brouiller. Toute cette exactitude n'est pas absolument nécessaire dans ces sortes d'épreuves , mais elle rendra le succès des Experiences d'autant plus sensible : & un Observateur délicat trouvera toujours qu'elle vaut la peine d'être mise en usage. Au reste, comme il est difficile de rencontrer des Prismes de verre propres à ce dessein, j'ai employé quelquefois des Vaisseaux *Prismatiques* , faits avec des pièces de glace de miroir, & remplis d'eau de pluye. Et pour augmenter la Refraction , j'ai quelquefois impregné l'Eau d'une bonne quantité de *Sucre de Saturne*.



CINQUIEME PROPOSITION. Theoreme IV.

La Lumière homogene est rompue regulierement sans que les Rayons soient dilatez , fendus ou dispersez ; & la Vision confuse des Objets vus à travers les Corps refringens par une Lumière hétérogene , vient de la differente refrangibilité de différentes espèces de Rayons.

LA première partie de cette Proposition a été suffisamment prouvée par la cinquième *Experience* , & sera mise dans un plus grand jour par les *Experiences* suivantes.

DOUZIEME EXPERIENCE. Ayant fait au milieu d'un morceau de Papier noir, un Trou rond d'environ la cinquième ou la sixième partie d'un pouce en diametre , je fis tomber dessus ce Papier, l'Image de Lumière homogene , décrit dans la Proposition précédente, en telle sorte que quelque partie de la Lumière pût passer par le Trou du Papier.

Cette

Cette partie de Lumière une fois transmise, je la rompis avec un Prisme placé derrière le Papier; & laissant tomber perpendiculairement cette Lumière rompuë sur un Papier blanc, à deux ou trois pieds de distance du Prisme, je trouvai que l'Image que cette Lumière avoit tracée sur le Papier, n'étoit pas oblongue, comme elle le devient, dans la 3^{me} *Expérience*, par la Réfraction de la Lumière composée du Soleil, mais qu'elle étoit (autant que j'en pouvois juger à l'œil) parfaitement circulaire, la longueur de l'Image n'étant pas plus grande que sa largeur; ce qui fait voir, que cette Lumière est rompuë régulièrement sans aucune dilatation des Rayons.

TREIZIÈME EXPÉRIENCE.

Je plaçai au devant de la Lumière homogène un Papier circulaire d'un quart de pouce de diamètre; & je mis un autre Papier circulaire de la même grandeur au devant d'un Trait de Lumière Solaire, non-rompu, blanc, & hétérogène. Après quoi m'éloignant de ces Papiers à quelques pieds de distance, je regardai les deux Cercles au travers d'un Prisme. Le Cercle illuminé par la Lumière hétérogène du Soleil parut fort ob-

oblong comme dans la quatrième Expérience, sa longueur étant plusieurs fois plus grande que sa largeur : mais l'autre Cercle illuminé par une Lumière homogène parut circulaire, & terminé distinctement ; comme lorsqu'on le regardoit simplement de l'œil ; ce qui prouve la Proposition entière.

QUATORZIÈME EXPERIENCE.

J'exposai à la Lumière homogène des Mouches & autres pareils petits Objets ; & les regardant au travers d'un Prisme, je vis leurs parties marquées aussi distinctement que si je les eusse regardées simplement de l'œil. Les mêmes Objets exposez à la Lumière blanche du Soleil hétérogène & non-rompue, je les regardai aussi au travers d'un Prisme, & les vis terminez fort confusément, de sorte que je ne pouvois pas distinguer leurs plus petites parties l'une de l'autre. J'exposai aussi les caractères d'une Impression très-menuë, premièrement à une Lumière homogène, & ensuite à une Lumière hétérogène ; & les ayant regardez au travers d'un Prisme, ils me parurent si confus dans le dernier cas qu'il me fut impossible de les lire ; mais dans le premier cas ils me paroïssent si distincts que je pouvois les lire fort aisément ;

fément; & il me sembloit que je les voyois tout aussi distinctement que lorsque je les regardois simplement avec l'Oeil. Dans ces deux cas je regardai les mêmes Objets, dans la même situation, au travers du même Prisme, & à la même distance. Il n'y avoit de différence que dans la Lumière dont ces Objets étoient éclairés, laquelle dans un cas étoit simple; & dans l'autre, composée: & par conséquent, la vision distincte dans le premier cas, & la vision confuse dans le dernier ne pouvoient venir que de cette différence de Lumière; ce qui prouve la Proposition entière.

Une chose d'ailleurs très-digne de remarque dans ces trois Experiences, c'est que la couleur de la Lumière homogène ne fut jamais changée par la Refraction.

SIXIÈME PROPOSITION: Theoreme V.

Le Sinus d'Incidence de chaque Rayon considéré à part, est à son Sinus de Refraction en raison donnée.

QUE chaque Rayon considéré à part soit fixé de sa nature à un

certain degré de refrangibilité, c'est ce qui est assez évident par ce qui a été déjà dit. Les Rayons qui dans une première Refraction sont les plus rompus à égales incidences, sont aussi les plus rompus à égales incidences dans les Refractions suivantes. Il en est de même des Rayons les moins refrangibles, & de tous les autres qui ont un degré moyen de refrangibilité, comme il paroît par la cinquième Experience, par la sixième, la septième, la huitième, & la neuvième. Et les Rayons qui la première fois sont également rompus à pareilles incidences, sont aussi également & uniformement rompus à pareilles incidences; & cela, soit qu'ils soient rompus avant que d'être separez l'un de l'autre, comme dans la cinquième Experience, ou qu'ils soient rompus separement, comme dans la douzième Experience, la treizième & la quatorzième. Donc la Refraction de chaque Rayon pris à part est reguliere. De savoir quelle est la regle que cette Refraction observe, c'est ce que nous allons montrer présentement.

Ceux qui ont écrit les derniers sur l'Optique enseignent que les Sinus d'Incidence sont en proportion donnée aux Sinus de Refraction, comme cela a été

ex-

expliqué dans le *cinquieme Axiome* ; & quelques-uns examinant cette proportion par le moyen de quelques Instrumens propres à mesurer les Refractions, ou par le secours de certaines Experiences, nous assûrent qu'ils l'ont trouvée très-juste. Mais comme ils croyoient, faute d'entendre la differente refrangibilité de differens Rayons, que tous les Rayons étoient rompus suivant une seule & même proportion, il est à présumer qu'ils n'adaptoient leurs mesures qu'à la partie moyenne de la Lumière rompuë : de sorte que tout ce qu'on peut conclurre de leurs mesures c'est que les Rayons d'une moyenne refrangibilité, c'est à dire ceux qui étant separez du reste paroissent Verds, sont rompus suivant une proportion donnée de leurs Sinus. Il faut donc qu'à présent je fasse voir que pareilles proportions données ont lieu à l'égard de tous les autres Rayons. Il est très-raisonnable que cela soit ainsi, la Nature étant toujours conforme à elle-même : mais on demande une preuve fondée sur l'Experience. Et cette preuve est toute trouvée si l'on peut montrer que les Sinus de Refraction des Rayons differemment refrangibles sont reciproquement entr'eux en proportion donnée,

lorsque les Sinus d'Incidence sont égaux. Car si les Sinus de Refraction de tous les Rayons sont en proportions données au Sinus de Refraction d'un Rayon qui a un degré moyen de refrangibilité, & que ce Sinus soit en proportion donnée aux Sinus égaux d'Incidence, les autres Sinus de Refraction seront aussi en proportions données aux Sinus égaux d'Incidence. Or que les Sinus de Refraction soient entr'eux en proportion donnée lorsque les Sinus d'Incidence sont égaux, c'est ce qui paroîtra par l'Experience suivante.

QUINZIEME EXPERIENCE. Le Soleil donnant dans une Chambre obscure par un petit Trou rond fait au Volet de la Fenêtre, soit * *S* l'Image ronde & blanche du Soleil, peinte par sa Lumière directe sur le Mur opposé. Soit *P T* son Image oblongue colorée, faite en rompant cette Lumière par un Prisme placé au devant de la Fenêtre. Enfin soit *p t*, ou *2 p 2 t*, ou *3 p 3 t*, son Image oblongue colorée, faite en rompant encore la même Lumière, de côté, par le moyen d'un Prisme placé immédiatement après le premier en le croisant, de la manière que cela a été expliqué dans la

la cinquième Experience; c'est à dire, pt , lorsque la Refraction du second Prisme est petite, $2p2t$, lorsqu'elle est plus grande; & $3p3t$ lorsqu'elle est la plus grande. Car telle sera la diversité des Refractions, si l'Angle refringent du second Prisme est de différente grandeur, comme de quinze ou vingt degrés pour faire l'Image pt ; de trente ou quarante pour faire l'Image $2p2t$; & de soixante pour faire l'Image $3p3t$. Mais au défaut de Prismes solides de verre, à angles de grandeur convenable, on peut employer des vaisseaux faits de plaques de verre polies, cimentées ensemble en forme de Prismes, & remplies d'eau. Ces choses ainsi disposées, j'observai que toutes les Images du Soleil colorées PT , pt , $2p2t$, $3p3t$ convergeoient à fort peu près en S , où la Lumière directe du Soleil tomboit & peignoit son Image ronde & blanche, des qu'on retiroit les Prismes. L'Axe de l'Image PT , c'est à dire la ligne tirée par le milieu de cette Image, & parallele à ses côtez, étant prolongé passoit exactement par le milieu de l'Image ronde & blanche S . Et lorsque la Refraction du second Prisme étoit égale à la Refraction du premier, l'Angle refringent des deux Prismes é-

tant d'environ 60 degrés, l'Axe de l'Image $3p3t$ faite par cette Réfraction, étant prolongé, passoit aussi par le milieu de la même Image ronde & blanche S . Mais lorsque la Réfraction du second Prisme étoit moindre que celle du premier, les Axes prolongez des Images tp ou $2t2p$ faites par cette Réfraction, coupoient l'Axe prolongé de l'Image TP aux Points m & n , un peu au delà du Centre de l'Image ronde & blanche S . C'est pourquoi la proportion de la Ligne $3tT$ à la Ligne $3pP$ étoit un peu plus grande que la proportion de $2tT$ à $2pP$; & celle-ci un peu plus grande que celle de tT à pP . Or lorsque la Lumière de l'Image PT tombe perpendiculairement sur le Mur, ces Lignes $3tT$, $3pP$ & $2tT$, $2pP$, & tT , pP , sont les Tangentes des Réfractions; & par conséquent cette Expérience nous donne les proportions des Tangentes des Réfractions, d'où les proportions des Sinus étant déduites, elles se trouvent égales, autant que j'en ai pu juger par la vuë des Images & par un certain raisonnement Mathématique : car je ne suis point entré là-dessus dans un calcul précis, & entièrement exact. Ainsi donc la Proposition se trouve véritable à l'égard de chaque Rayon pris

à

à part, autant qu'il paroît par l'Expe-
rience. Et que la chose soit veritable à
toute rigueur, on peut le démontrer par
cette supposition, *Que les Corps rompent*
la Lumière en agissant sur ses Rayons selon
des Lignes perpendiculaires à leurs Surfaces.
Mais pour en venir à la Démonstration,
il faut distinguer le mouvement de cha-
que Rayon en deux mouvemens, l'un
perpendiculaire à la Surface refringente,
& l'autre parallele à cette Surface; &
poser la Proposition suivante à l'égard
du Mouvement perpendiculaire.

Si un mouvement, ou une chose mou-
vante quelconque tombe avec quelque
vitesse que ce soit sur aucun Espace lar-
ge & mince, terminé des deux Côtez
par deux Plans paralleles; & que dans
son passage à travers cet Espace, il soit
pressé perpendiculairement vers le Plan
le plus éloigné par une force qui à dis-
tances données du Plan, a une quantité
donnée, la vitesse perpendiculaire de ce
mouvement, ou de cette chose mou-
vante au sortir de cet Espace, sera tou-
jours égale à la Racine quarrée de la
somme du Quarré de la vitesse perpen-
diculaire qu'avoit ce mouvement ou cet-
te chose mouvante à son incidence sur
cet Espace; & du Quarré de la vitesse

perpendiculaire que ce mouvement ou cette chose mouvante auroit à son émergence, si à son incidence sa vitesse perpendiculaire étoit infiniment petite.

La même Proposition se trouve véritable à l'égard de tout mouvement ou de toute chose retardée perpendiculairement dans son passage à travers cet Espace, si au lieu de la somme des deux Quarrez, vous prenez leur différence. Pour la Demonstration, les Mathématiciens la trouveront sans peine: c'est pourquoi je n'en embarrasserai pas ici le Lecteur.

Supposé maintenant qu'un Rayon venant à tomber fort obliquement sur la Ligne *MC* (*Fig. 1.*) soit rompu en *C* par le Plan *RS* suivant la Ligne *CN*; si l'on demande quelle est la Ligne *CE* suivant laquelle doit être rompu tout autre Rayon *AC*; soient *MC*, *AD*, les Sinus d'Incidence des deux Rayons; & *NG*, *EF*, leurs Sinus de Refraction; & que les mouvemens égaux des Rayons incidens soient representez par les Lignes égales *MC* & *AC*: Et le Mouvement *MC* étant considéré comme parallele au Plan refringent, soit l'autre Mouvement *AC* distingué en deux Mouvements *AD* & *DC*, dont l'un *AD* est parallele, & l'autre

l'autre DC est perpendiculaire à la Surface réfringente ; & soient encore les deux Mouvements des Rayons émergens distinguez en deux, dont les perpendiculaires sont $\frac{MC}{NG} CG$ & $\frac{AD}{EF} CF$. Que si la force du Plan réfringent commence d'agir sur les Rayons ou dans le Plan même ou à une certaine distance du Plan, d'un côté ; & qu'elle finisse à une certaine distance du Plan, de l'autre côté, si dans tous les endroits qui sont entre ces deux limites, elle agit sur les Rayons selon des Lignes perpendiculaires au Plan réfringent, & que les actions sur les Rayons, à égales distances du Plan réfringent, soient égales ; & égales, ou inégales en telle proportion qu'on voudra, à distances inégales, ce mouvement du Rayon qui est parallèle au Plan réfringent, ne souffrira aucune alteration par cette Force ; & le mouvement qui lui est perpendiculaire, sera alteré selon la Règle de la Proposition précédente. Si donc pour la vitesse perpendiculaire du Rayon émergent CN , vous écrivez $\frac{MC}{NG} CG$, comme ci-dessus, en ce cas la vitesse perpendiculaire de tout autre Rayon émergent CE qui étoit $\frac{AD}{EF} CF$,

fera égale à la Racine quarrée $CDq + \frac{MCq}{NGq} CGq$. Et en quarrant ces Nombres égaux, & y ajoutant les égaux ADq & $MCq - CDq$, & divisant les sommes par les égaux $CFq + EFq$ & $CGq + NGq$, vous aurez $\frac{MCq}{NGq}$ égaux à $\frac{MCq}{NGq}$. Et par conséquent AD , le Sinus d'Incidence, est à EF , le Sinus de Refraction, comme MC à NG , c'est à dire, en raison donnée. Cette Démonstration étant générale, sans déterminer ce que c'est que la Lumière, ni par quelle espèce de force elle est rompuë, & sans supposer autre chose que cette Proposition, *Que le Corps refringent agit sur les Rayons en Lignes perpendiculaires à sa Surface*, je la regarde comme une preuve très-convaincante de la verité absoluë de cette même Proposition.

Ainsi donc, si la *Raison* des Sinus d'Incidence & de Refraction d'aucune Espèce de Rayons est trouvée en aucun cas, elle est donnée dans tous les cas; & c'est ce qu'on peut aisément trouver par la methode qui va être exposée dans la Proposition suivante.



SEPTIEME PROPOSITION : Theoreme VI.

Ce qui empêche que les Telescopes ne soient parfaits, c'est la différente réfrangibilité des Rayons de Lumière.

ON attribué communément l'imperfection des Telescopes à la Sphéricité des Verres. C'est pourquoi les Mathématiciens ont proposé de les travailler en forme de Sections coniques. Pour faire voir qu'ils se trompent, j'ai inféré ici cette Proposition dont la vérité paroîtra par les mesures des Réfractions des différentes especes de Rayons; mesures que je détermine ainsi.

Dans la troisième Experience de ce Premier Livre, où l'Angle réfringent du Prisme étoit de 62 degrés $\frac{1}{2}$, la moitié de cet Angle qui est de 31 degrés, 15 minutes, est l'Angle d'Incidence des Rayons à leur sortie du Verre dans l'Air; & le Sinus de cet Angle est 5188, le Rayon ou demi-diametre, étant 10000. Lorsque l'Axe de ce Prisme étoit paral-

lele à l'Horizon, & que la Refraction des Rayons, à leur incidence sur ce Prisme, étoit égale à celle qu'ils souffroient en sortant du Prisme, j'observai, avec un quart de Cercle, l'Angle que faisoient avec l'Horizon les Rayons de moyenne refrangibilité, c'est à dire, ceux qui alloient au milieu de l'Image colorée du Soleil; & par cet Angle & la hauteur du Soleil que j'observai en même temps, je trouvai que l'Angle que les Rayons émergens faisoient avec les incidens, étoit de 44 degrés, 40 minutes; & la moitié de cet Angle, ajoutée à l'Angle d'Incidence, 31 degrés, 15 minutes, fait l'Angle de Refraction, lequel est, par conséquent, de 53 degrés, 35 minutes, son Sinus étant 8047. Ce sont là les Sinus d'Incidence & de Refraction des Rayons de moyenne refrangibilité; & leur proportion en nombre rond est comme 20 à 31. Le verre de ce Prisme étoit d'une couleur tirant sur le Verd. Pour le dernier des Prismes dont il est parlé dans la troisième Experience, il étoit d'un verre blanc très-clair. Son Angle réfringent étoit de 63 degrés $\frac{1}{2}$: l'Angle que contenoient les Rayons émergens avec les incidens, de 45 degrés, 50 minutes: le Sinus de la moitié du pré-

premier Angle, 5262 : le Sinus de la moitié de la somme des Angles, 8157 : & leur proportion en nombre rond, 20 à 31, comme auparavant.

Si de la longueur de l'Image qui étoit d'environ 9 pouces $\frac{1}{4}$ ou 10 pouces, vous en ôtez sa largeur qui étoit 2 pouces $\frac{1}{4}$, le reste 7 pouces $\frac{1}{4}$ seroit la longueur de l'Image si le Soleil n'étoit qu'un Point; & par conséquent ce reste est la Soutendante de l'Angle que les Rayons les plus & les moins refrangibles, venant à tomber sur le Prisme par les mêmes lignes, contiennent entre eux, après leur émergence. Cet Angle est donc de 2 degr. 0'. 7". Car la distance entre l'Image & le Prisme, où se forme cet Angle, étoit 18 piés & demi; & à cette distance la corde de 7 pouces $\frac{1}{4}$ est la Soutendante d'un Angle de 2 degr. 0'. 7". Or la moitié de cet Angle est l'Angle que ces Rayons émergens contiennent avec les Rayons émergens d'une moyenne refrangibilité; & un quart du même Angle, c'est à dire, 30'. 2". peut être pris pour l'Angle que ces Rayons émergens contiendroient avec les mêmes Rayons émergens d'une moyenne refrangibilité, s'ils étoient coïncidens avec eux dans le Verre, & qu'ils n'eussent souffert aucune au-

tre Réfraction que celle qu'ils souffrent en sortant du Verre. Car si deux Réfractions égales, l'une à l'incidence des Rayons sur le Prisme, & l'autre à leur émergence, font la moitié de l'Angle, 2 degr. 0'. 7". une de ces Réfractions fera environ un quart de cet Angle; & ce quart ajouté à l'Angle de Réfraction des Rayons de moyenne réfrangibilité, (qui étoit 53 deg. 35'. & soustrait de ce même Angle,) donne les Angles de Réfraction des Rayons les plus & les moins réfrangibles, 54 degr. 5', 2", & 53 degr. 4', 58", dont les Sinus sont 8099 & 7995, l'Angle commun d'incidence étant 31 degr. 15', & son Sinus 5188; & ces Sinus, à prendre les moindres nombres ronds, sont en proportion reciproque comme 78 & 77 à 50.

Or si vous ôtez le commun Sinus d'incidence 50, des Sinus de réfraction 77 & 78, les restes 27 & 28 font voir qu'en fait de petites Réfractions la Réfraction des Rayons les moins réfrangibles est à la Réfraction des plus réfrangibles, à fort peu près, comme 27 à 28; & cette différence des Réfractions des Rayons les moins réfrangibles & les plus réfrangibles est environ la 27^{me} partie de toute la Réfraction des Rayons de moyenne réfrangibilité.

De

De là ceux qui font exercez dans l'Optique, conclurront sans peine, que la largeur du moindre espace circulaire où les Verres objectifs des Telescopes puissent rassembler toute sorte de Rayons paralleles, est environ la $27 \frac{1}{2}^{\text{me}}$ partie de la moitié de l'ouverture du Verre, ou la 55^{me} partie de toute l'ouverture: & que le foyer des Rayons les plus refrangibles est plus près du Verre objectif, d'environ la $27 \frac{1}{2}^{\text{me}}$ partie de la distance qu'il y a entre l'Objectif & le Foyer des Rayons de moyenne refrangibilité.

Et si des Rayons de toute espee, coulans d'un Point lumineux quelconque dans l'Axe d'une Lentille convexe, sont réunis par la refraction de la Lentille en des Points qui ne soient pas trop éloignez de la Lentille, le Foyer des Rayons les plus refrangibles sera plus près de la Lentille que le Foyer des Rayons les moins réfrangibles, d'une distance qui est à la $27 \frac{1}{2}^{\text{me}}$ partie de la distance entre le Foyer des Rayons de moyenne refrangibilité & la Lentille, comme la distance entre ce Foyer, & le Point lumineux d'où coulent les Rayons, est à la distance entre ce Point lumineux & la Lentille, à peu de chose près.

Or pour éprouver si la différence entre les Refractions que les Rayons les plus refrangibles & les moins refrangibles coulant d'un même Point, souffrent dans les Objectifs des Telescopes & autres pareils Verres, étoit effectivement aussi grande qu'elle vient d'être décrite, j'imaginai l'Experience suivante.

XVI. EXPERIENCE. La Lentille que j'avois employée dans la seconde Experience, & dans la huitième, étant placée à six piés & un pouce de distance d'un Objet quelconque, rassemblloit l'Image de cet Objet par les Rayons de moyenne refrangibilité, à la distance de six piés & un pouce de la Lentille, de l'autre côté. Et par conséquent, selon la Règle précédente elle doit rassembler l'Image de cet Objet, par les Rayons les moins refrangibles à la distance de six piés, 3 pouces & $\frac{2}{3}$ de la Lentille; & par les Rayons les plus refrangibles, à la distance de cinq piés, dix pouces & $\frac{1}{3}$ de cette même Lentille : de sorte qu'entre les deux endroits où ces Rayons moins & plus refrangibles rassemblent cette Image, il peut y avoir une distance d'environ 5 pouces & $\frac{1}{3}$. Car en vertu de cette Règle, comme six piés & un pouce (distance entre la Lentille
&

& l'Objet lumineux) sont à 12 piés & 2 pouces (distance entre l'Objet lumineux & le Foyer des Rayons de moyenne refrangibilité) c'est à dire, comme 1 est à 2, ainsi est la $27 \frac{1}{2}^{me}$. partie de six piés & un pouce (distance entre la Lentille & ce même Foyer) à la distance entre le Foyer des Rayons les plus refrangibles, & le Foyer des moins refrangibles: laquelle distance est par conséquent de 5 pouces $\frac{17}{17}$ c'est à dire, fort approchant de 5 pouces & $\frac{1}{3}$. Or pour savoir si cette mesure étoit juste, je repetai la seconde & la huitieme Experience avec une Lumière colorée moins composée que celle que je venois d'employer ici. Car ayant séparés les Rayons hétérogenes par la methode décrite dans l'onzieme Experience, je formai une Image colorée, environ douze ou quinze fois plus longue que large. Après quoi je la fis tomber sur un Livre imprimé; & plaçant la Lentille ci-dessus mentionnée, à six piés & un pouce de distance de cette Image pour rassembler les espèces des caractères illuminez, à la même distance de l'autre côté, je trouvai que les Espèces ou Images des caractères illuminez de Bleu, étoient environ trois pouces, ou trois pou-

pouces & un quart, plus proches de la Lentille que les Espèces des Caractères illuminez d'un Rouge foncé. Mais les Espèces des Caractères illuminez d'Indigo & de Violet, paroissoient si confuses & indistinctes qu'il m'étoit impossible de les lire. Sur quoi examinant le Prisme, je trouvai qu'il étoit tout rempli de veines d'un bout à l'autre, de sorte que la Refraction ne pouvoit point être régulière. Je pris donc un autre Prisme, exempt de veines; & au lieu de Caractères je me servis de deux ou trois Lignes noires paralleles, un peu plus larges que les traits de ces Caractères; & faisant tomber les Couleurs sur ces Lignes de maniere que les Lignes couvroient le long des Couleurs d'un bout du *Spectre* à l'autre, je trouvai que le Foyer où l'Indigo, ou les confins de cette Couleur avec le Violet faisoient paroître les images des Lignes noires le plus distinctement, étoit environ 4 pouces, ou 4 & $\frac{1}{4}$ plus près de la Lentille que le Foyer où le Rouge le plus foncé faisoit paroître les images des mêmes Lignes noires le plus distinctement. Le Violet étoit si foible, & si obscur que je ne pouvois point discerner distinctement les images des Lignes par cette couleur. C'est pour-

quoi

quoï ayant considéré que le Prisme étoit composé d'un verre obscur & tirant sur le Verd , je pris un autre Prisme d'un verre clair & blanc : mais le *Speétre* coloré formé par ce Prisme , lançoit de ses deux extremitéz colorées, de longs traits d'une Lumière foible & blanche, ce qui me fit conclurre qu'il y avoit encore quelque chose de déréglé. Et en effet ayant observé le Prisme, j'y découvris deux ou trois petites bulles qui rompoient irrégulièrement la Lumière. Ayant donc couvert d'un Papier noir cette partie du Verre où paroissoient ces bulles, & laissant passer la Lumière par une autre partie du Prisme qui étoit exempte de ces sortes de bulles, le *Speétre* coloré parut sans ces rayonnemens irréguliers, & tel que je le souhaitois. Mais je trouvai toujours le Violet si obscur & si foible qu'à peine pouvois-je voir les images des Lignes par le Violet, & qu'il me fut absolument impossible de les discerner par la partie la plus foncée de cette Couleur qui étoit tout près de l'extremité du *Speétre*. Sur cela je soupçonnai que cette Couleur foible & obscure pouvoit bien être mêlée d'une portion de Lumière dispersée qui étoit rompuë & réfléchie irrégulièrement, en partie
par

par quelques petites bulles renfermées dans les Verres, & en partie par les inégalitez de leur Poli: Lumière qui quoi qu'en très-petite quantité, pouvoit néanmoins, étant blanche, faire sur la vuë une impression assez forte pour brouiller les phenomenes de ce Violet foible & obscur. C'est pourquoi j'essayai, comme dans la douzième, la treizième & la quatorzième Experience, si la Lumière de cette Couleur n'étoit pas composée d'un mélange sensible de Rayons hétérogenes, mais je trouvai que non. Car les Refractions ne firent sortir de cette Lumière aucune autre couleur sensible que le Violet, comme elles en auroient sans doute fait sortir d'une Lumière blanche, & par conséquent de cette Couleur violette si elle eût été sensiblement composée de Lumière blanche. Je conclus donc que l'obscurité de cette Couleur, joint à ce que sa Lumière étoit fort mince, & assez éloignée de l'Axe de la Lentille, étoit la seule cause pourquoi je ne pouvois pas voir distinctement les images des Lignes par cette Couleur-là. Je divisai donc ces Lignes noires paralleles en parties égales, pour pouvoir aisément connoître à quelles distances étoient les Couleurs les
unes

unes des autres dans le *Speètre*. Je marquai aussi les distances de la Lentille aux Foyers des Couleurs où les Lignes paroissent distinctement. Après quoi j'examinai si la difference de ces distances étoit en même proportion à 5 pouces & $\frac{1}{2}$ qui est la plus grande difference des distances que les Foyers du Rouge le plus foncé, & du Violet doivent avoir par rapport à la Lentille, que la distance reciproque entre les couleurs observées dans le *Speètre* est à la plus grande distance entre le Rouge le plus foncé, & le Violet, mesurée dans les Côtez rectilignes du *Speètre*, c'est à dire, à la longueur de ces Côtez, ou à l'excès de la longueur du *Speètre* par rapport à sa largeur. Et voici à quoi se reduisirent mes observations.

Ayant observé & comparé le Rouge sensible le plus foncé, & la Couleur qui sur les confins du Verd & du Bleu étoit éloignée du Rouge, aux Côtez rectilignes du *Speètre*, de la moitié de la longueur de ces Côtez, le Foyer où les confins du Verd & du Bleu faisoient paroître distinctement les espèces des Lignes sur le Papier, étoit plus près de la Lentille que le Foyer où le Rouge y faisoit paroître distinctement les espèces

pieces de ces mêmes Lignes, d'environ 2 pouces & demi, ou 2 pouces $\frac{3}{4}$. Car quelquefois les Mesures étoient un peu plus grandes, & quelquefois un peu plus petites, mais elles différoient rarement l'une de l'autre de plus d'un tiers de pouce. Et il étoit fort difficile de déterminer les lieux des Foyers sans quelque petite erreur. Or si les Couleurs distantes l'une de l'autre de la Moitié de la longueur de l'Image (mesurées sur ses Côtes rectilignes) donnent pour différence des distances entre leurs Foyers & la Lentille, 2 pouces $\frac{1}{2}$ ou 2 pouces $\frac{3}{4}$, dès-là les Couleurs distantes de toute la longueur de l'Image doivent donner 5 pouces, ou 5 pouces & $\frac{1}{2}$ pour différence de ces distances.

Mais il faut remarquer ici, que je ne pus point voir le Rouge tout-à-fait jusqu'à l'extrémité du *Spectre*, mais seulement jusqu'au centre du Demi-cercle qui terminoit cette extrémité-là, ou un peu plus avant. C'est pourquoi je ne comparai pas ce Rouge avec la Couleur qui étoit exactement dans le milieu du *Spectre* ou dans les confins du Verd & du Bleu, mais avec celle qui tiroit un peu plus sur le Bleu que sur le Verd. Et comme je comptois que toute la longueur
des

des Couleurs ne comprenoit pas toute la longueur du *Speétre*, mais seulement la longueur de ses Côtez rectilignes, je formai les extremitéz demi-circulaires en des Cercles entiers; & dès que de deux Couleurs observées; l'une venoit à tomber au dedans de ces Cercles, je mesurois la distance entre cette Couleur & l'extremité demi-circulaire du *Speétre*; & deduisant la moitié de cette distance, de la distance mesurée des deux Couleurs, je prenois le reste pour leur distance corrigée; & dans ces Observations j'ai mis cette distance corrigée pour la difference des distances de leurs Foyers à la Lentille. Car comme la longueur des Côtez rectilignes du *Speétre* seroit toute la longueur de toutes les Couleurs, si les Cercles qui (comme nous l'avons montré) composent ce *Speétre*, étoient contractez & réduits à des Points Physiques, ainsi cette distance corrigée seroit, en ce cas, la distance réelle des deux Couleurs observées.

Lors donc que je continuai de comparer le Rouge sensible le plus foncé, avec ce Bleu dont la distance corrigée d'avec le Rouge étoit $\frac{7}{12}$ parties de la longueur des Côtez rectilignes du *Speétre*, la difference des distances de leurs Foyers

vers à la Lentille étoit d'environ 3 pouces $\frac{1}{4}$: & comme 7 est à 12, ainsi est $3\frac{1}{4}$ à $5\frac{1}{2}$.

Lorsque j'observai le Rouge sensible le plus foncé & l'Indigo dont la distance corrigée de l'un à l'autre étoit $\frac{1}{12}$ ou $\frac{1}{3}$ de la longueur des Côtez rectilignes du *Speétre*, la difference des distances de leurs Foyers à la Lentille étoit d'environ 3 pouces $\frac{2}{3}$: & comme 2 est à 3, ainsi est $3\frac{2}{3}$ à $5\frac{1}{2}$.

Lorsque j'observai le Rouge sensible le plus foncé, & l'Indigo foncé dont la distance corrigée de l'un à l'autre étoit $\frac{2}{12}$ ou $\frac{1}{4}$ de la longueur des Côtez rectilignes du *Speétre*, la difference des distances de leurs Foyers à la Lentille étoit d'environ 4 pouces: & comme 3 est à 4, ainsi est 4 à $5\frac{1}{3}$.

Lorsque j'observai le Rouge sensible le plus foncé, & cette partie du Violet qui suit immédiatement l'Indigo, dont la distance corrigée de ce Violet au Rouge étoit $\frac{10}{12}$ ou $\frac{5}{6}$ de la longueur des Côtez rectilignes du *Speétre*, la difference de leurs Foyers à la Lentille étoit d'environ 4 pouces $\frac{1}{2}$: & comme 5 est à 6, ainsi est $4\frac{1}{2}$ à $5\frac{2}{3}$. Car quelquefois lorsque la Lentille étoit placée avantageusement son Axe tourné vers le Bleu, que

que tout étoit d'ailleurs bien disposé, que le Soleil étoit brillant, & que je tenois l'œil fort près du Papier sur lequel la Lentille jettoit les images des Lignes noires, je pouvois voir assez distinctement les images de ces Lignes par cette partie du Violet qui étoit immédiatement après l'Indigo; & quelquefois je pouvois les discerner par un peu plus de la moitié du Violet. Car en faisant ces Experiences j'ai observé que des espèces de ces Couleurs on n'en voyoit distinctement que celles qui étoient dans l'Axe ou près de l'axe de la Lentille, de sorte que lorsque le Bleu ou l'Indigo étoit dans l'Axe, je pouvois voir distinctement leurs espèces; & alors le Rouge paroissoit beaucoup moins distinct qu'auparavant. Je m'avisai donc d'acourcir le *Spectre* des Couleurs pour que ses deux extremités fussent plus près de l'Axe de la Lentille. Après quoi sa longueur étoit d'environ 2 pouces & demi; & sa largeur d'environ $\frac{1}{7}$ ou $\frac{1}{6}$ de pouce. Et à la place des Lignes noires sur quoi étoit jetté le *Spectre*, je traçai une seule Ligne noire plus large que celles-là afin d'en pouvoir discerner l'image plus facilement; & je divisai cette Ligne en parties égales par de petites lignes qui la

croi-

croisoient, pour m'en servir à mesurer les distances entre les Couleurs observées. Cela fait, je pouvois voir quelquefois l'image de cette Ligne avec ses divisions, presque jusqu'au centre de l'extrémité violette demi-circulaire du *Speëtre*; & voici les nouvelles observations que je fis.

Lorsque j'observai le Rouge sensible le plus foncé, & cette partie du Violet dont la distance corrigée d'avec le Rouge étoit environ $\frac{2}{3}$ parties des Côtez rectilignes du *Speëtre*, la difference des distances entre les Foyers de ces Couleurs & la Lentille étoit une fois, 4 pouces & $\frac{2}{3}$; une autre fois, 4 pouces & $\frac{1}{4}$; une autre fois, 4 pouces $\frac{7}{8}$: & comme 8 est à 9, ainsi sont $4\frac{2}{3}$, $4\frac{3}{4}$, $4\frac{7}{8}$ à $5\frac{1}{4}$, $5\frac{1}{2}$, $5\frac{3}{4}$, respectivement.

Lorsque j'observai le Rouge sensible le plus foncé, & le Violet sensible le plus foncé, (la distance corrigée de ces Couleurs étant environ $\frac{11}{12}$ ou $\frac{13}{16}$ parties de la longueur des Côtez rectilignes du *Speëtre* coloré, par un beau Soleil, & tout étant d'ailleurs disposé avec le plus d'avantage) je trouvai que la difference des distances de leurs Foyers à la Lentille, étoit quelquefois 4 pouces $\frac{1}{4}$, quelquefois 5 pouces $\frac{1}{4}$, & pour l'ordinaire 5 pouces
ou

ou environ : & comme 11 est à 12, ou 15 à 16, ainsi est cinq pouces à 5 pouces & $\frac{1}{2}$ ou à 5 pouces & $\frac{1}{3}$.

Je fus convaincu par cette suite d'Experiences, que si la Lumière eût été assez forte jusqu'aux extremités du *Spectre* pour faire paroître distinctement sur le Papier les images des Lignes noires, le Foyer du Violet le plus foncé se seroit trouvé plus près de la Lentille, que le Foyer du Rouge le plus foncé, d'environ 5 pouces & $\frac{1}{3}$ pour le moins. Et c'est là une nouvelle preuve, que le Sinus d'Incidence & de Refraction de différentes especes de Rayons, conservent entr'eux la même proportion dans les plus petites Refractions que dans les plus grandes.

J'ai exposé ici plus au long le détail de cette délicate & fatigante Experience, afin que ceux qui l'essayeront après moi, comprennent avec quelle circonspection ils doivent proceder pour la faire avec succès. Et s'il arrive qu'elle ne leur réussisse pas aussi bien qu'à moi, ils pourront pourtant conclurre par la proportion des distances des couleurs du *Spectre*, à la difference des distances de leurs Foyers à la Lentille, ce qui arriveroit dans une Experience plus exacte faite sur des

Couleurs plus éloignées l'une de l'autre. Et cependant s'ils se servent d'une Lentille plus large que celle que j'ai employée, & qu'ils la fixent à un long Bâton droit par lequel elle puisse être promptement & exactement dirigée vers la Couleur dont on souhaite de trouver le Foyer, je ne doute nullement que l'Expérience ne leur réussisse mieux qu'à moi. Car m'étant contenté de diriger l'Axe aussi près du milieu des Couleurs qu'il m'étoit possible, les foibles extremités du *Spectre* se trouvant par là éloignées de l'Axe, se peignoient moins distinctement sur le Papier, que si l'Axe eût été dirigé successivement vers chacune des Couleurs en particulier.

Au reste par ce qui vient d'être dit, il est certain, que les Rayons qui different en refrangibilité, ne se réunissent point au même Foyer, mais que s'ils coulent d'un Point lumineux, qui d'un côté soit aussi éloigné de la Lentille que leurs Foyers en sont éloignés de l'autre, en ce cas-là le Foyer des Rayons les plus refrangibles sera plus près de la Lentille que le Foyer des Rayons les moins refrangibles, de plus de la 14.^{me} partie de toute la distance: & s'ils coulent d'un Point lumineux, si fort éloigné de la Lentille

tille qu'avant leur incidence ils puissent passer pour paralleles, le Foyer des Rayons les plus refrangibles fera plus près de la Lentille que le Foyer des moins refrangibles, d'environ la 27.^{me} ou la 28.^{me} partie de toute leur distance de la Lentille. Et le diametre du Cercle situé dans l'Espace mitoyen entre ces deux Foyers, lequel Cercle les Rayons illuminent lorsqu'ils viennent à tomber là sur un Plan perpendiculaire à l'Axe, & qui est le plus petit Cercle où ils puissent être tous rassemblez, est environ la 55.^{me} partie du Diametre de l'ouverture du Verre: de sorte qu'il est surprenant que les Telescopes représentent les Objets si distinctement qu'ils font. Mais si tous les Rayons de Lumière étoient également refrangibles, l'erreur qui ne vient que de la sphericité des Verres seroit plusieurs centaines de fois moindre. Car si l'Objectif d'un Telescope est plan-convexe, le côté plan tourné vers l'Objet, & que le Diametre de la Sphere dont ce Verre est un segment, soit appelé *D*, & que le Semi-diametre de l'ouverture du Verre soit appelé *S*, & que le Sinus d'Incidence en passant du Verre dans l'Air soit au Sinus de Refraction comme *I* à *R*, les Rayons qui viennent

rales à l'Axe du verre, seront dispersez dans l'endroit où l'Image de l'Objet est tracée le plus distinctement, sur un petit Cercle dont le Diametre est $\frac{R \cdot q}{I \cdot q} \times \frac{S \text{ cub.}}{D \text{ quar.}}$ à peu de chose près, comme je l'inferé en calculant les erreurs des Rayons par la Methode des Suites infinies, & en rejetant les termes dont les quantitez ne sont d'aucune consideration. Comme par exemple, si le Sinus d'Incidence I , est au Sinus de Refraction R , comme 20 à 31; & si D le diametre de la Sphere sur laquelle le Côté convexe du Verre a été travaillé, est de 100 piés ou 1200 pouces, & que S le Semi-diametre de l'ouverture, soit de 2 pouces, le Diametre du petit Cercle (c'est

$$\frac{R \cdot q \times S \text{ cub.}}{I \cdot q \times D \text{ quar.}}) \text{ sera } \frac{31 \times 31 \times 8}{20 \times 20 \times 1200 \times 1200}$$

(ou $\frac{961}{72000000}$) parties d'un pouce. Mais le Diametre du petit Cercle à travers lequel ces Rayons sont dispersez par une inégale refrangibilité, sera environ la 55.^{me} partie de l'ouverture du Verre objectif, laquelle est ici de 4 pouces. Donc l'erreur causée par la sphericité du Verre est à l'erreur causée par la differente refrangibilité des Rayons, comme $\frac{961}{72000000}$ à $\frac{4}{33}$, c'est à dire comme 1 à 5449; & par conséquent cette erreur étant en

com-

comparaison si peu de chose, elle ne merite pas d'être considerée. Mais si les erreurs causées par la differente refrangibilité des Rayons sont si considerables, d'où vient, direz-vous, que les Objets paroissent si distinctement au travers des Telescopes? C'est parce que les Rayons errans, bien loin d'être dispersez uniformement sur tout cet Espace circulaire, sont rassemblez d'une manière infiniment plus dense dans le centre que dans aucune autre partie du Cercle; & parce que du Centre à la Circonference ils deviennent toujours plus rares jusqu'à être infiniment rares à la Circonference; & qu'à cause de leur rareté ils ne sont pas assez forts pour être visibles, hormis dans le Centre, & tout auprès. Soit * *ADE* un de ces Cercles décrits par le Centre *C* & le demi-diametre *AC*: Soit *BFG* un plus petit Cercle, concentrique au précédent, & qui coupe par sa Circonference le Diametre *AC* en *B*. Coupez ensuite *AC* en *N*; & suivant mon calcul, la densité de la Lumière en quelque endroit que ce soit *B* sera à sa densité en *N*, comme *AB* à *BC*; & toute la Lumière au dedans du plus petit Cercle *BFG*, sera

F 3 à

à toute la Lumière au dedans du plus grand Cercle AED , comme l'excès du Quarré de AC par dessus le Quarré de AB est au Quarré de AC . Par exemple, si BC est la cinquième partie de AC , la Lumière sera quatre fois plus dense en B qu'en N ; & toute la Lumière au dedans du plus petit Cercle, sera à toute la Lumière au dedans du plus grand Cercle comme 9 à 25. D'où il s'ensuit évidemment, que la Lumière qui est au dedans du plus petit Cercle, doit frapper les yeux beaucoup plus fortement, que cette Lumière foible & vague qui est dispersée entre ce petit Cercle & la Circonférence du plus grand Cercle.

Mais il faut observer de plus, que la plus lumineuse des Couleurs Prismatiques c'est le Jaune & l'Orangé. Ces deux Couleurs-là, dis-je, affectent plus fortement les Sens que toutes les autres ensemble; & celles qui immédiatement après, ont le plus de force, c'est le Rouge & le Verd. Le Bleu est en comparaison une Couleur foible & obscure; & l'Indigo & le Violet sont encore plus obscurs & plus foibles, de sorte que comparez aux plus fortes Couleurs, ils ne meritent pas beaucoup d'attention. Il ne faut donc pas placer les Images des
Ob-

Objets dans le Foyer des Rayons de moyenne refrangibilité, qui sont sur les confins du Verd & du Bleu, mais dans le Foyer des Rayons qui sont au milieu de l'Orangé & du Jaune, dans l'endroit où la Couleur est la plus lumineuse & la plus brillante, c'est à dire dans le Jaune le plus éclatant & qui approche plus de l'Orangé que du Verd. C'est par la Refraction de ces Rayons (dont les Sinus d'Incidence & de Refraction dans le Verre sont comme 17 & 11) qu'il faut mesurer la Refraction du Verre & du Crystal pour des usages optiques. Plaçons donc l'Image de l'Objet dans le Foyer de ces Rayons; & tout le Jaune & l'Orangé tombera dans un Cercle dont le diametre est environ la 250.^{me} partie du Diametre de l'ouverture du Verre. Et si vous ajoutez la moitié la plus brillante du Rouge (je veux dire celle qui est immédiatement après l'Orangé) & la moitié la plus brillante du Verd (c'est à dire, celle qui est immédiatement après le Jaune) environ trois cinquièmes de la Lumière de ces deux Couleurs tomberont dans ce Cercle-là; & deux cinquièmes tomberont hors de ce même Cercle tout à l'entour: & ce qui tombera dehors, sera dispersé dans presque

tant d'espace que ce qui tombera dedans; & en gros sera environ trois fois plus rare. De l'autre moitié du Rouge & du Verd (c'est à dire, du Rouge foncé obscur, & du Verd-de-Saule) environ un quart tombera au dedans du Cercle; & les trois quarts au dehors; & ce qui tombera dehors, sera dispersé dans environ quatre ou cinq fois plus d'espace que ce qui tombera dedans, & par conséquent sera en gros plus rare; & comparé avec toute la Lumière qui est au dedans du Cercle, il sera environ 25 fois plus rare que toute cette Lumière prise en gros, ou plutôt 30 ou 40 fois plus rare, parce que le Rouge foncé qui se trouve à l'extrémité du *Spectre* coloré, formé par un Prisme, est fort mince & fort rare; & que le Verd-de-Saule est un peu plus rare que l'Orangé & le Jaune. La Lumière de ces Couleurs étant donc à un si grand degré plus rare que celle qui est au dedans du Cercle, pourra à peine frapper les Sens, sur tout puisque le Rouge foncé & le Verd-de-Saule, de cette Lumière, sont des Couleurs plus obscures que le reste. On peut, par la même raison, négliger le Bleu & le Violet, comme des Couleurs plus obscures que celles-ci & beaucoup plus ra-

re-

refiées. Car la Lumière dense & éclatante qui est renfermée dans le Cercle, obscurcira la Lumière rare & foible de ces Couleurs obscures qui sont autour de ce Cercle, & les rendra presque insensibles. Ainsi l'Image sensible d'un Point lumineux est à peine plus large qu'un Cercle dont le Diametre est la 250.^{me} partie du Diametre de l'ouverture du Verre objectif d'un bon Telescope, ou n'est pas de beaucoup plus large, si vous en exceptez une Lumière nebuleuse, foible & obscure qui est autour, à laquelle un spectateur ne fera presque aucune attention. Donc dans un Telescope dont l'ouverture est de quatre pouces, & la longueur de cent piés, cette Image n'excèdera point 2" 45", ou 3". Et dans un Telescope dont l'ouverture est de deux pouces, & la longueur de 20 ou 30 piés, elle pourra occuper 5" ou 6", & à peine davantage: ce qui s'accorde fort bien avec l'Experience; car quelques Astronomes ont trouvé que les Diametres des Etoiles Fixes dans des Telescopes de 20 à 60 piés de longueur, étoient d'environ 5" ou 6"; ou tout au plus, de 8" ou 10". Mais si avec la fumée d'une Lampe ou d'une Torche on noircit légèrement le Verre objectif, afin d'obscurcir la Lumière de

l'Etoile, cette foible Lumière qui paroît dans la circonference de l'Etoile, cesse d'être visible ; & si le Verre est suffisamment enfumé, l'Etoile paroît un peu plus semblable à un Point Mathématique. Et pour la même raison, cette partie irrégulière de Lumière qui se fait voir dans la circonference de tout Point lumineux doit être moins visible dans les plus courts Telescopes que dans les plus longs, parce que les plus courts transmettent moins de lumière à l'œil.

Or que les Etoiles Fixes paroissent, à cause de l'immensité de leur distance, comme autant de Points, ôté la dilatation que leur Lumière souffre par Réfraction, c'est ce qu'on peut visiblement inferer de ce que, lorsque la Lune passe par dessus les Etoiles & les Eclipses, leur Lumière ne s'évanouit pas par degrés, comme celle des Planetes, mais tout d'un coup, & qu'à la fin de l'Eclipse elles reparoissent tout d'un coup, ou certainement, en moins d'une seconde de minute, la Réfraction de l'Atmosphère de la Lune prolongeant un peu le temps dans lequel la Lumière de l'Etoile premièrement s'évanouit, & reparoît ensuite.

Mais supposé que l'Image sensible d'un
Point

Point lumineux soit même 250 fois moins large que l'ouverture du Verre, cette Image ne laisseroit pas d'être encore beaucoup plus grande qu'elle ne le seroit si elle n'étoit grossie que par la sphericité du Verre. Car n'étoit la difference refrangibilité des Rayons, sa largeur, dans un Telescope de 100 piés dont l'ouverture est de 4 pouces, ne seroit que $\frac{961}{72000000}$ parties d'un pouce, comme il paroît par le calcul qui en'a été fait ci-dessus. Et par conséquent dans ce cas, les plus grandes erreurs causées par la sphericité du Verre, seroient par rapport aux plus grandes & plus sensibles erreurs causées par la difference refrangibilité des Rayons, comme $\frac{961}{72000000}$ par rapport à $\frac{4}{250}$ tout au plus, c'est à dire comme 1 est à 1200; ce qui fait assez voir que ce n'est pas la sphericité des Verres, mais la difference refrangibilité des Rayons qui empêche la perfection des Telescopes.

Il y a un autre Argument par où l'on peut s'assurer, que la difference refrangibilité des Rayons est la veritable cause de l'imperfection des Telescopes. Car les erreurs des Rayons qui procedent de la sphericité des Verres objectifs, sont comme les Cubes des ouvertures des Ver-

res objectifs: & sur ce pié-là pour que des Telescopes de différentes longueurs grossissent distinctement au même degré, les ouvertures des Objectifs, & le pouvoir de grossir les objets devroient être comme les Cubes des Racines quarrées de leurs longueurs, ce qui ne s'accorde point avec l'expérience. Mais les erreurs qui proviennent de la différente refrangibilité des Rayons, sont comme les ouvertures des Verres objectifs; de sorte qu'afin que des Telescopes de différentes longueurs grossissent distinctement au même degré, leurs ouvertures & leurs pouvoirs de grossir les Objets, doivent être comme les Racines quarrées de leurs longueurs; ce qui s'accorde avec l'Expérience, comme on fait fort bien. Par exemple, un Telescope de 64 piés de longueur & dont l'ouverture est de 2 pouces & $\frac{2}{3}$, grossit environ 120 fois aussi distinctement, qu'un Telescope d'un pié de longueur & dont l'ouverture est $\frac{1}{3}$ de pouce, grossit 15 fois.

Or sans cette différente refrangibilité des Rayons, on pourroit rendre les Telescopes plus parfaits que ceux que nous avons décrits jusqu'ici, avec des Objectifs composez de deux Verres dont l'en-

tre-

tredeux seroit rempli d'eau. Ainsi, * soit $ADFC$ un Verre objectif composé de deux Verres $ABED$ & $BEFC$, également convexes aux côtez extérieurs AGD & CHF ; & également concaves aux côtez intérieurs BME & BNE , la concavité $BMEN$ remplie d'eau. Soit le Sinus d'Incidence, du Verre dans l'Air, comme I est à R ; & de l'Eau dans l'Air, comme K est à R ; & par conséquent du Verre dans l'Eau, comme I est à K . Et soit D le Diametre de la Sphere sur laquelle sont travaillez les Côtez convexes AGD & CHF ; & que le Diametre de la Sphere sur laquelle sont travaillez les Côtez concaves BME & BNE soit à D , comme la Racine cubique de KK — KI est à la Racine cubique de KK — RI ; & les Refractions qui se font sur les Côtez concaves des Verres, corrigeront extremement les erreurs des Refractions qui se font sur les Côtez convexes, entant que la sphericité de la Figure contribuë à les produire. Ce seroit là un moyen de rendre les Telescopes assez parfaits, n'étoit là differente refrangibilité des diverses sortes de Rayons. Mais à cause de cette differente refrangibilité, je ne vois point

F 7

en-

* Fig. 28.

encore, qu'on puisse par le seul secours des Refractions, autrement perfectionner les Telescopes qu'en augmentant leurs longueurs, à quoi il semble que l'invention de M. *Huygens* est très-propre. Car les Tuyaux extrêmement longs sont embarrassans, & à cause de leur longueur, fort sujets à se courber & dès-là à s'ébranler de telle sorte qu'ils causent un tremblement continuel dans les Objets, ce qui fait qu'il est difficile de les voir distinctement; au lieu que par l'artifice imaginé par M. *Huygens*, les verres se manient aisément; & l'Objectif étant attaché à un Mât droit & fort, en devient plus ferme.

Voyant donc que de perfectionner des Telescopes de longueurs données par les Refractions, est une affaire desespérée, j'imaginai autrefois un Telescope qui faisoit voir les Objets par Reflexion, & où je me servoais d'un Metal concave au lieu d'un Verre objectif. Le Diametre de la Sphere sur laquelle je travaillai ce Metal concave, étoit d'environ 25 pouces Anglois; & par conséquent, l'Instrument avoit environ 6 pouces & un quart de longueur. L'Oculaire étoit plan-convexe; & le Diametre de la Sphere sur laquelle le Côté convexe avoit été travaillé, étoit environ $\frac{1}{7}$ de pou-

pouce, ou un peu moins; & par conséquent, il grossissoit trente à quarante fois. Par une autre manière de mesurer je trouvai qu'il grossissoit environ 35 fois. Le Metal concave soustenoit ou souffroit une ouverture d'un pouce & un tiers : mais l'ouverture n'étoit pas bornée par un Cercle opaque qui couvrit le bord du Metal de tous côtez; mais par un Cercle opaque placé entre l'Oculaire & l'Oeil, & percé au milieu, d'un petit trou rond, par où les Rayons passaient à l'œil. Car ce Cercle ainsi placé arrêtoit une bonne quantité de la Lumière vague qui autrement auroit troublé la Vision. Ayant comparé cet Instrument avec une assez bonne Lunette de 4 piés de long, dont l'Oculaire étoit un verre concave, je pouvois lire à une plus grande distance avec l'Instrument de ma façon qu'avec cette Lunette de verre. Mais les Objets paroissoient beaucoup plus obscurs dans cet Instrument-là que dans la Lunette de verre: & cela, en partie parce qu'il se perdoit plus de Lumière par Reflexion dans le Metal, que par Refraction dans le Verre; & en partie, parce que mon Instrument grossissoit un peu trop. Car s'il n'eût grossi que 30 ou 25 fois, il auroit fait paroître l'Ob-
jet

jet plus vif & plus agréable. J'en fis deux de cette espece il y a environ seize ans; & j'en ai un encore chez moi par lequel je puis prouver la verité de ce que je viens d'avancer. Il n'est pourtant pas si bon qu'il le fut d'abord. Car la partie concave s'est ternie plusieurs fois; & on l'a éclaircie de nouveau en la frottant avec un cuir fort doux. Lorsque je fis les derniers Instrumens dont je viens de parler, un Artisan de Londres entreprit d'en faire sur ce modèle: mais les ayant polis d'une manière différente de celle dont je m'étois servi, son ouvrage se trouva fort inferieur au mien, comme je l'appris en discourant avec un Ouvrier qu'il avoit employé à ce travail. Voici la manière de polir dont je me servis. Je pris deux plaques rondes de cuivre, dont chacune avoit six pouces de diametre ou de largeur, l'une convexe, & l'autre concave, travaillées en sorte qu'elles répondoient fort juste l'une à l'autre. Sur la Plaque convexe je travaillai le *Metal-objectif-concave* qui devoit être poli, je le travaillai, dis-je, jusqu'à ce qu'il eût pris la forme de la Plaque convexe, & qu'il fût prêt à être poli. Ensuite, j'enduis la plaque convexe d'une très-legere couche de Poix, faisant tomber la Poix toute fon-

fonduë sur la Plaque que j'échauffois pour que la Poix se conservât molle, tandis que je pressois la Plaque convexe contre la concave que j'avois soin de mouiller afin que la Poix se répandît également sur toute la surface de la Plaque convexe. Ainsi en bien travaillant je rendis cette poix aussi mince qu'une pièce de cinq sous ; & après que la plaque convexe fut refroidie, je la travaillai encore pour la former aussi exactement que je pourrois. Ensuite ayant pris de la potée que j'avois fort épurée, & dégagée de ses parties les plus grossières en la bien lavant, j'en jettai un peu sur la Poix & la broyai par le moyen de la Plaque concave jusqu'à ce qu'elle eut cessé de craqueter : après cela je commençai à travailler vivement le *Metal-objectif* sur la Poix, durant deux ou trois minutes, en appuyant fortement dessus. Mettant ensuite de nouvelle potée sur la Poix, je la broyai encore jusqu'à ce qu'elle ne craquetât plus, après quoi je travaillai le *Metal-objectif* dessus comme auparavant : & je repetai tout cet ouvrage, jusqu'à ce que le Metal fut entièrement poli, le travaillant la dernière fois de toute ma force durant un assez long espace

pace de tems, & répandant souvent mon soufflé sur la Poix pour la conserver humide sans y mettre de nouvelle potée. Je donnai au *Metal-objectif* deux pouces de largeur, & environ un tiers de pouce d'épaisseur pour l'empêcher de se fausser. J'avois deux de ces Objectifs de Métal ; & après les avoir polis tous deux, j'essayai lequel étoit le meilleur, & je travaillai l'autre encore, pour voir si je pourrois le rendre plus parfait que celui que j'ai conservé. C'est ainsi que par plusieurs épreuves j'appris la manière de polir, jusqu'à ce que je fis les deux *Telescopes à reflexion*, dont je viens de parler. Car cet Art de polir s'apprendra beaucoup mieux par une pratique souvent répétée que par toutes les descriptions que j'en pourrois donner. Avant que de travailler le *Metal-objectif* sur la Poix, j'avois toujours soin de travailler sur la Poix la potée avec la plaque de Cuivre concave, jusqu'à ce qu'elle cessât de craqueter, parce que, si les petites parties de la potée ne sont pas disposées par ce moyen à s'attacher fortement à la Poix, il arrivera que roulant de tous côtez sur le *Metal-objectif*, elles le ratifieront, le sillonneront, & y feront une infinité de petits creux.

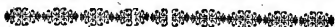
Mais

Mais parce qu'il est plus difficile de polir le Metal que le Verre ; & que le Metal une fois poli , est fort sujet à se gâter en se ternissant ; & que d'ailleurs il ne refléchit pas tant de Lumière que le Verre enduit du vif-argent , je serois d'avis qu'au lieu de Metal on employât un Verre concave par devant , & tout autant convexe par derriere , & dont le côté convexe fût entièrement enduit de Vif-argent. Il faut que le Verre soit exactement de la même épaisseur par tout , sans quoi il feroit paroître les Objets colorez & confus. Il y a environ cinq ou six ans qu'avec un tel Verre j'essayai de faire un *Telescope à reflexion*, d'environ 4 pieds de long qui pût grossir environ 150 fois ; & je fus convaincu qu'il ne manque qu'un habile Ouvrier pour porter la chose à une entière perfection. Car le Verre que je devois employer , ayant été travaillé par un de nos Artisans de Londres de la manière qu'ils travaillent les Verres pour en faire des *Telescopes* , quoi que ce Verre parût aussi bien travaillé que les Objectifs ont accoutumé de l'être , cependant après qu'il eut été enduit de Vif-argent , la reflexion fit voir qu'il y avoit sur la surface de ce Verre un nombre infini d'in-

éga-

égalité qui rendoient les Objets confus dans cet Instrument. Car les erreurs des Rayons refléchis, produites par quelque inégalité sur la surface du Verre, sont environ six fois plus nombreuses, que les erreurs des Rayons rompus, causées par de pareilles inégalitez. Cependant je fus convaincu par cette Experience, que la Reflexion qui se fait par le côté concave du Verre, que je craignois qui troubleroit la Vision, n'y apporta aucun préjudice sensible ; & qu'ainsi rien ne manque pour perfectionner ces sortes de Telescopes que de bons Ouvriers qui sachent polir les Verres, & leur donner en les travaillant, une forme veritablement Spherique. J'ai une fois perfectionné considerablement le Verre objectif d'un Telescope de 14 pieds, fait par un Artisan de Londres, en le travaillant sur de la Poix mêlée avec de la potée sans appuyer dessus que d'une manière très-legère, de peur que la potée ne le sillonnât. De savoir si ce moyen-là ne suffiroit pas pour polir les *Verres à reflexion*, dont je viens de parler, c'est ce que je n'ai pas encore éprouvé. Mais quiconque essayera cette manière de polir ou toute autre qu'il jugera meilleure, fera bien, à mon avis,
de

de mettre ses Verres en état d'être polis en les travaillant avec moins de violence que n'ont accoutumé de faire nos Artisans de Londres. Car les Verres pressés d'une manière si violente sont sujets à se courber un peu dans ce temps-là, ce qui doit certainement en gâter la figure. Or pour engager les Ouvriers qui veulent se perfectionner dans l'art de figurer des Verres Optiques, à essayer ce qu'on pourroit faire avec des *Verres à reflexion*, je m'en vais décrire dans la Proposition suivante l'Instrument Optique dont je viens de parler.



HUITIEME PROPOSITION. Probleme II.

Moyen d'accourcir les Telescopes.

SOIT * $ABDC$ un Verre spheriquement concave par le Côté de devant AB , & tout aussi convexe par le Côté de derriere CD , de sorte qu'il soit par tout d'une égale épaisseur. Ayez soin, dis-je, qu'il ne soit pas plus épais d'un côté que de l'autre, de peur qu'il ne fasse paroître les Objets colorez &

con-

*Fig. 29.

confus. Du reste qu'il soit exactement travaillé, enduit de Vif-argent par derriere, & enchassé dans le Tuyau $VXYZ$, lequel doit être fort noir en dedans. Soit EFG un Prisme de Verre ou de Crystal, placé près de l'autre extrémité du Tuyau, & dans le milieu de ce Tuyau, par le moyen d'une espèce de manche de cuivre ou de fer FGK dont le bout applatti couvre un des Côtez du Prisme qui y sera attaché avec du Ciment. Soit ce Prisme rectangle en E & les deux autres Angles en F & G exactement égaux l'un à l'autre, & par conséquent demi-droits. Soient les Côtez plans FE & GE , quarrés; & par conséquent le troisième Côté FG un parallelogramme rectangle, dont la longueur soit à sa largeur en proportion sous-double de deux à un. Soit ce Prisme placé de telle manière dans le Tuyau que l'Axe du Miroir, ou Verre concave $ABDC$ puisse passer perpendiculairement par le milieu du Côté quarré EF , & par conséquent par le milieu du côté FG à un Angle de 45 degrés. Soit le Côté EF tourné vers le Miroir; & soit le Prisme à telle distance du Miroir que les Rayons de la Lumière PQ , RS , &c. qui tombent sur ce Miroir en Lignes paralleles à son

Axe,

Axe, puissent entrer dans le Prisme par le côté EF , & être reflechis par le côté FG , & de là en sortir par le côté GE , & aller au point T , qui doit être le Foyer commun du Miroir $ABDC$, & d'un Verre oculaire plan-convexe H , au travers duquel ces Rayons doivent passer dans l'Oeil. Enfin, que les Rayons au sortir de ce Verre passent par un petit Trou rond, fait dans une petite plaque de Plomb, de Cuivre, ou d'Argent, qui doit couvrir le Verre, & n'être pas plus grand qu'il ne faut pour qu'une quantité suffisante de Lumière puisse passer à travers. Car cela même rendra l'Objet distinct, parce que la Plaque où l'on aura fait ce petit Trou, interceptera toute la portion vague de Lumière qui vient des bords du Miroir AB . Un tel Instrument bien fait, s'il est de six pieds de long (à compter sa longueur depuis le Miroir jusqu'au Prisme, & depuis le Prisme jusqu'au Foyer T) comportera, à l'endroit où est le Miroir, une ouverture de six pouces, & grossira les Objets environ deux ou trois cens fois. Mais ici il est beaucoup plus avantageux de terminer l'ouverture par le Trou H , que de mettre l'ouverture ou plaque percée sur ou devant le Miroir. Que
l'on

l'on fasse l'Instrument plus long ou plus court, l'ouverture doit être en même proportion que le Cube de la Racine quarrée-quarrée de la longueur; & la puissance de grossir les Objets, en même Proportion que l'ouverture. Mais il faut que le Miroir soit du moins un ou deux pouces plus large que l'ouverture; & que le Verre du Miroir soit assez épais pour qu'en le travaillant il ne se courbe point. Le Prisme *EFG* ne doit pas être plus gros qu'il n'est nécessaire; & le Côté de derriere *FG* ne doit pas être enduit de Vif-argent; parce que sans en être enduit, il reflechira toute la Lumière qui du Miroir y tombera dessus.

Dans cet Instrument les Objets paroîtront renversez, mais on pourra les redresser en faisant les Côtés quarrés *EF* & *EG* du Prisme *EFG*, non plans, mais spheriquement convexes, afin que les Rayons puissent aussi bien se croiser avant que d'arriver au Prisme qu'après, entre le Prisme & l'Oculaire. * Si l'on veut que l'Instrument

* Dans ce cas l'Image sera un peu colorée, parce que les côtés convexes du Prisme font l'effet d'un second Oculaire; & la Lunette doit aussi être plus longue pour donner lieu à l'Image renversée qui se fait devant le Prisme, aussi bien qu'à la seconde Image redressée qui se fait entre le Prisme & l'Oculaire, où l'Image renversée étoit auparavant.

ment comporte une plus grande ouverture , c'est ce qu'on peut faire aussi en composant le Miroir de deux Verres dont l'entredeux soit rempli d'eau.

Au reste , supposé que la Theorie concernant les Telescopes pût être absolument mise en pratique , les Telescopes ne pourroient pourtant point être perfectionnez au delà de certaines bornes. Car l'Air au travers duquel nous regardons les Etoiles, est dans un tremblement continuel, comme on peut le voir par le tremblottement qui se remarque dans les ombres des grandes Tours , & par la scintillation des Etoiles Fixes. Ces Etoiles n'étincellent point lorsqu'elles sont vûës au travers des Telescopes qui ont de grandes ouvertures : car les Rayons de Lumière qui passent par différentes parties de l'ouverture, tremblant chacun à part , & en conséquence de leurs tremblemens differens & quelquefois contraires , tombant en même temps sur differens Points du fond de l'œil , ces tremblottemens sont trop vifs & trop confus pour être apperçûs separément. Et tous ces Points illuminez produisent un large Point lumineux, composé de ce grand nombre de Points tremblans, mêlez confusement & insen-

fiblement ensemble par des tremblotemens fort courts & fort prompts ; & par là ils font paroître l'Etoile plus large qu'elle n'est en effet, & sans aucun tremblement dans son tout. Les longs Telescopes peuvent faire voir les Objets plus brillants & plus grands que ceux qui sont courts , mais on ne sauroit les former de telle manière qu'ils dissipent cette confusion de Rayons qui est causée par les tremblemens de l'Atmosphère. Le seul remède à cela c'est un Air très-serain & très-calme, tel qu'on pourroit peut-être le trouver sur la cime des plus hautes Montagnes au dessus des Nuées les plus épaisses.

FIN de la Première Partie du
P R E M I E R L I V R E.

TRAITE'

TRAITE' D'OPTIQUE,

Sur la Lumière & les Couleurs.



LIVRE PREMIER.

SECONDE PARTIE.

PREMIERE PROPOSITION : Theoreme I.

Les Phenomenes des Couleurs dans la Lumiere rompuë ou reflechie, ne sont pas produits par de nouvelles modifications de Lumiere, differemment agitée, selon que la Lumiere & l'Ombre sont terminées differemment.

LA PREUVE FONDÉE SUR
DES EXPERIENCES.

PREMIERE EXPERIENCE: Car si un Trait de Lumière Solaire entre dans une Chambre fort obscure.

G 2

* par

148 *Traité d'Optique , sur la Lumière*

* par un Trou oblong F , dont la largeur soit la fixième ou la huitième partie d'un pouce, ou un peu moins; & que ce Trait de Lumière FH passe ensuite, premièrement à travers un fort grand Prisme ABC , qui soit à 20 pieds de distance du Trou, & lui soit parallèle; & qu'après cela, la partie blanche de ce Trait passe par un Trou oblong H , fait dans un Corps noir & opaque GI , lequel Trou aît environ la 40^{me}. ou la 60^{me}. partie d'un Pouce de large & soit à deux ou trois pieds de distance du Prisme, & parallèle au Prisme & au premier Trou; si cette Lumière blanche ainsi transmise par le Trou H , tombe ensuite sur un Papier blanc pt , placé après ce Trou H , à la distance de 3 ou 4 pieds, & y peint les Couleurs ordinaires du Prisme, supposé le Rouge en t , le Jaune en s , le Vert en r , le Bleu en q , & le Violet en p , on peut avec un fil d'archal ou autre pareil Corps mince & opaque d'environ un dixième de pouce de longueur, intercepter les Rayons en k , l , m , n , ou o , & faire disparaître par ce moyen telle Couleur qu'on voudra, en t , s , r , q , ou p , les autres Couleurs restant sur le Papier com-

* *Fig. I.*

comme auparavant , ou bien avec un Obstacle un peu plus gros on peut ôter deux Couleurs , ou trois ou quatre tout à la fois , le reste demeurant. Ainsi chacune des Couleurs , peut , aussi bien que le Violet , devenir extérieure dans les confins de l'Ombre vers p , & aussi bien que le Rouge , devenir extérieure dans les confins de l'Ombre vers t : chacune peut aussi confiner à l'Ombre faite au dedans des Couleurs par l'Obstacle R qui vient à intercepter quelque partie intermédiaire de Lumière ; & enfin chacune de ces Couleurs étant laissée seule peut dès là confiner à l'Ombre des deux Côtes. Donc toutes les Couleurs souffrent indifféremment les confins de l'Ombre sans alteration ; & par conséquent , les causes qui rendent ces Couleurs différentes les unes des autres , ce ne sont point les différens confins des Ombres par où la Lumière est différemment modifiée , comme les Philosophes l'ont crû jusqu'ici. Au reste , en faisant ces épreuves il faut observer que l'Expérience réussira d'autant mieux , que les Trous F & H seront plus petits , & les intervalles entre ces Trous & le Prisme plus grands ; & que la Chambre sera plus obscure , pourvu que la diminution de

la Lumière ne soit pas si grande qu'elle empêche les Couleurs en *p t* d'être assez visibles. Comme il n'est pas aisé de trouver un Prisme de Verre Solide qui soit assez grand pour cette Experience, il faut faire un Vase *prismatique* avec des plaques de Verre polies & cimentées ensemble, qu'on remplira d'eau salée, ou d'huile claire.

SECONDE EXPERIENCE. Un Trait de Lumière Solaire introduit dans une Chambre obscure * par un Trou rond *F*, de demi-pouce de Diametre, passa premièrement au travers d'un Prisme *ABC* placé au devant de ce Trou, & ensuite au travers d'une Lentille *PT* qui avoit un peu plus de quatre pouces de largeur, & étoit à environ huit piés du Prisme. De là cette Lumière se réunit en *O* Foyer de la Lentille, à environ trois piés de distance de la Lentille, où elle tomba sur un Papier blanc *DE*. Lorsque le Papier étoit perpendiculaire à cette Lumière qui y tomboit dessus, comme il est représenté dans la situation *DE*, toutes les Couleurs peintes sur le Papier en *O*, paroissoient blanches. Mais lorsque le Papier tourné autour d'un Axe parallele au Prisme, se trou-

* *Fig. 2.*

trouvoit fort incliné à la Lumière , comme il est représenté dans les positions *de* & *de*, la même Lumière, dans un cas, paroissoit Jaune & Rouge ; & dans l'autre, Bleuë. Voilà une seule & même portion de Lumière qui dans un seul & même lieu, selon les différentes inclinaisons du Papier, paroissoit Blanche dans un cas, Jaune ou Rouge dans un autre, & Bleuë dans un troisième , quoique dans tous ces cas les confins de Lumière & d'Ombre , & les Refractions du Prisme restassent absolument les mêmes.

TROISIEME EXPERIENCE. Voici une autre pareille Experience qui est encore plus aisée à faire. Qu'un large Trait de Lumière Solaire, entrant dans une Chambre obscure par un Trou fait au Volet d'une Fenêtre , * soit rompu par un grand Prisme *ABC* dont l'Angle réfringent *C* ait plus de 60 degrés ; & qu'en sortant du Prisme il tombe immédiatement sur un gros Carton blanc *DE* ; lorsque ce Carton sera perpendiculaire à la Lumière , comme il est représenté en *DE*, cette Lumière paroîtra parfaitement blanche sur le Carton, mais si le Carton est si fort

G 4 incli-

* Fig. 3.

né à la Lumière, qu'il soit toujours parallèle à l'Axe du Prisme, il arrivera que selon que le Carton sera incliné d'un côté ou d'autre, la blancheur de toute cette Lumière qui avoit paru sur le Carton, se changera ou en Jaune & en Rouge, comme dans la situation *de*, ou en Bleu & en Violet, comme dans la situation *d'e*. Et si la Lumière, avant que de tomber sur le Carton, est rompuë deux fois du même côté, par deux Prismes parallèles, ces Couleurs en deviendront plus éclatantes. Dans cette Experience toutes les parties moyennes du large Trait de Lumière blanche qui tomboit sur le Carton, devinrent entièrement colorées d'une seule Couleur uniforme sans qu'aucuns confins d'Ombre contribuassent à les modifier, la Couleur étant toujours la même au milieu du Carton comme dans les bords; & cette Couleur changea selon la différente obliquité du Carton réfléchissant, sans qu'il arrivât aucun changement dans les Refractions ou dans l'Ombre, ni dans la Lumière qui tomboit sur le Carton. Et par conséquent, la cause de ces Couleurs est quelque autre chose que de nouvelles modifications de Lumière, produites par des

des Refractions & des Ombres.

Si l'on demande quelle est donc cette cause, je répondrai que le Carton dans la situation *de*, étant incliné plus obliquement aux Rayons les plus réfrangibles qu'à ceux qui le sont moins, est plus fortement illuminé par les derniers que par les premiers; & que par conséquent les Rayons les moins réfrangibles prédominent dans la Lumière réfléchie. Or toutes les fois qu'ils prédominent dans quelque Lumière que ce soit, ils la teignent de Rouge ou de Jaune, comme il paroît en quelque manière par la *Première Proposition* de la Première Partie, & comme il paroîtra plus particulièrement dans la suite. Le contraire arrive lorsque le Carton est dans la situation *de*, les Rayons les plus réfrangibles, qui teignent toujours la Lumière en Bleu & en Violet, étant alors prédominans.

QUATRIÈME EXPERIENCE.

Les Couleurs des Bulles qu'on fait avec de l'eau & du savon & qui servent de jouët aux Enfans, sont différentes, & changent de situation en diverses manières sans aucun rapport aux confins de l'Ombre. Si l'on couvre une de ces Bulles avec un Verre concave vouté pour empêcher qu'elle ne soit agitée par

le Vent ou par quelque autre mouvement de l'Air, ses Couleurs changeront de situation lentement & regulierement, dans le tems même que l'Oeuil, la Bulle, & tous les Corps d'alentour, qui jettent de la Lumière ou qui font de l'Ombre, restent immobiles. Et par conséquent, les Couleurs de ces Bulles viennent de quelque cause regulière qui ne dépend point des confins de l'Ombre. On fera voir dans le Livre suivant quelle est cette Cause.

A ces Experiences on peut ajoûter la dixième de la Première Partie de ce Livre, dans laquelle la Lumière du Soleil passant dans une Charbre obscure à travers les surfaces paralleles de deux Prismes liez ensemble en forme de Parallelopipede, parut absolument d'un Jaune ou d'un Rouge uniforme en sortant des Prismes. Dans ce cas-là, les confins de l'Ombre ne peuvent contribuer en rien à la production de ces Couleurs. Car la Lumière, de Blanche se change successivement en Jaune, Orangé, & Rouge, sans que les confins de l'Ombre reçoivent aucune alteration: & aux deux extremittez de la Lumière émergente, où les confins opposez de l'Ombre devroient produire des effets différens, la Couleur n'est qu'une

ne

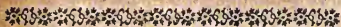
ne seule Couleur entièrement uniforme, soit du Blanc, du Jaune, de l'Orangé, ou du Rouge. Et dans le milieu de la Lumière émergente où il n'y a nuls confins d'Ombres, la Couleur se trouve justement la même qu'aux extremités, toute la Lumière étant, au point de sa sortie, d'une seule Couleur uniforme, soit du Blanc, ou du Jaune, de l'Orangé, ou du Rouge; & allant de là continuellement, sans recevoir aucun de ces changemens de couleur qu'on suppose communément que les confins de l'Ombre produisent dans la Lumière rompuë après son émergence. Ces Couleurs ne sauroient venir non plus de quelques nouvelles modifications qui soient communiquées à la Lumière par Refraction, parce qu'elles changent successivement de Blanc en Jaune, Orangé, & Rouge, les Refractions restant les mêmes pendant tout ce temps-là; & parce que les Refractions sont faites en sens contraires par des surfaces paralleles qui détruisent reciproquement l'effet que chacune produit à son tour. Ces Couleurs ne viennent donc pas d'aucunes modifications de Lumière produites par des Refractions & des Ombres, mais de quelque autre cause. Nous avons déjà fait voir

* dans l'Experience *Dixième* quelle est cette cause, sans qu'il soit nécessaire de le repeter ici.

Il y a encore une autre circonstance importante dans cette Experience. Car cette Lumière émergente étant rompuë par un troisième Prisme *HIK* (*Fig. 22. PART. I.*) vers le Papier *PT*, & y peignant les Couleurs ordinaires du Prisme, savoir le Rouge, le Jaune, le Vert, le Bleu & le Violet, si ces Couleurs venoient de certaines modifications de la Lumière produites par les Refractions de ce Prisme, elles ne seroient pas dans cette Lumière avant qu'elle fût tombée sur ce Prisme. Et cependant nous avons trouvé par cette Experience, que, lorsqu'en tournant les deux premiers Prismes autour de leur Axe commun on faisoit évanouir toutes les Couleurs, excepté le Rouge, la Lumière qui faisoit le Rouge, étant laissée seule, paroissoit précisément du même Rouge avant que de tomber sur le Troisième Prisme. Et en général nous voyons par d'autres Experiences, que lorsque les Rayons qui diffèrent en refrangibilité, sont separez les uns des autres, & qu'une es-
pèce de ces Rayons, quelle qu'elle soit,
est

* Ci-dessus, pag. 70.

Et les Couleurs. LIV. I. PART. II. 157
est observée à part, la couleur qu'ils forment, ne peut être changée par aucune Refraction ou Reflexion quelconque, comme cela devroit arriver si les Couleurs n'étoient autre chose que des modifications de Lumière produites par des Refractions, des Reflexions, & des Ombres. C'est cette immutabilité de couleur que je vais décrire dans la Proposition suivante.



SECONDE PROPOSITION: Theoreme II.

Toute Lumière homogene a sa Couleur propre qui répond à ses degrés de refrangibilité; Et cette Couleur ne peut être changée, ni par Reflexion, ni par Refraction.

DANS les Experiences fondées sur la
QUATRIEME PROPOSITION de la
Première Partie de ce Livre, après que j'eus
séparé les Rayons hétérogenes les uns
des autres, le Spectre *pt* formé par les
Rayons séparés, en avançant depuis son
extrémité *p* sur laquelle tomberent les

Rayons les plus refrangibles, jusqu'à son autre extrémité *t* sur laquelle tombèrent les Rayons les moins refrangibles, parut illuminé des Couleurs suivantes dans l'ordre que je vais les nommer, le Violet, l'Indigo, le Bleu, le Vert, le Jaune, l'Orangé, le Rouge, avec tous leurs degrés intermédiats dans une continuelle succession qui varioit perpetuellement; de sorte qu'on voyoit autant de degrés de Couleurs qu'il y avoit d'espèces de Rayons de différente refrangibilité.

CINQUIEME EXPERIENCE. Or que ces Couleurs ne pussent point être changées par Refraction, c'est de quoi je m'assûrai en rompant avec un Prisme tantôt une très-petite partie de cette Lumière, & tantôt une autre très-petite partie, de la manière que je l'ai décrit dans *la douzième Experience* de la Première Partie de ce Livre. Car par cette Refraction la Couleur de la Lumière ne fut jamais changée le moins du monde. Si quelque partie de la Lumière Rouge étoit rompuë, elle demeueroit entièrement du même Rouge qu'auparavant. Cette Refractionne produisoit ni Orangé, ni Jaune, ni Vert, ni Bleu, ni aucune autre nouvelle Couleur. Et bien loin que la Couleur fût changée en aucune manière par des
Re-

Refractions repetées, c'étoit toujours entièrement le même Rouge que la première fois. Je trouvai la même immutabilité dans le Bleu, le Jaune, & les autres Couleurs. De même, lorsque je regardois au travers d'un Prisme quelque Corps illuminé de quelque partie que ce fût de cette Lumière homogène, comme cela se trouve décrit dans la *Quatorzième Experience* de la première Partie, il ne me fut pas possible d'appercevoir aucune nouvelle couleur produite par ce moyen-là. Tous Corps illuminez d'une Lumière hétérogène, regardez au travers d'un Prisme, paroissent confus (comme il a été déjà dit) & teints de diverses Couleurs nouvelles. Mais ceux qui sont illuminez d'une Lumière homogène, ne paroissent au travers des Prismes, ni moins distincts, ni autrement colorez, que lorsqu'on les regardoit simplement avec l'œil. La Couleur n'en étoit nullement changée par la Refraction du Prisme interposé. Je parle ici d'un changement sensible de couleur. Car la Lumière que je nomme ici homogène, n'étant pas homogène absolument & à toute rigueur, son hétérogénéité doit produire un petit changement de couleur. Mais lorsque cette hétéro-

ge-

généité diminuoit jusqu'au point où l'on peut la réduire par les Experiences de la Quatrième Proposition, mentionnées ci-dessus, ce changement de couleur étoit insensible; & par conséquent, dans des Experiences où les Sens sont juges, il doit être compté pour rien.

SIXIÈME EXPERIENCE. Et comme ces Couleurs ne pouvoient point être changées par des Refractions, elles ne l'étoient pas non plus par des Reflexions. Car tout Corps Blanc, Gris, Rouge, Jaune, Vert, Bleu, Violet, comme le Papier, les Cendres, le Vermillon, l'Orpiment, l'Indigo, l'Azur, l'Or, l'Argent, le Cuivre, l'Herbe, les Fleurs bleuës, les Violettes, les Bulles d'eau teintes de différentes couleurs, les plumes de Paon, la teinture du *Bois Nephretique*, & autres telles choses, tout cela exposé à une Lumière homogène Rouge, paroïssoit entièrement rouge, à une Lumière Bleuë entièrement bleu, à une Lumière Verte entièrement vert; & ainsi des autres Couleurs. Dans la Lumière homogène de quelque couleur que ce fut, tous ces Corps paroïssoient totalement de cette même couleur, avec cette seule différence que quelques-uns réfléchissoient cette Lumière d'une ma-
nière

nière plus forte, & d'autres d'une manière plus foible. Mais je n'ai point encore trouvé de Corps qui en réfléchissant une Lumière homogène, put en changer sensiblement la couleur.

De tout cela il s'ensuit évidemment, que, si la Lumière du Soleil ne consistoit qu'en une seule sorte de Rayons, il n'y auroit qu'une seule Couleur dans le Monde; qu'il ne seroit pas possible de produire aucune nouvelle Couleur par voye de Reflexion & de Refraction; & que par conséquent la diversité des Couleurs dépend de ce que la Lumière est un composé de Rayons de différente espèce.

DEFINITION.

La Lumière homogène ou les Rayons qui paroissent Rouges, ou plutôt qui font paroître les Objets rouges, je les appelle Rayons rubriques ou causant le Rouge: Et ceux qui font paroître les Objets Jaunes, Verts, Bleus, Et Violets, je les appelle Rayons qui font le Jaune, le Vert, le Bleu, le Violet, Et ainsi du reste. Que si je parle quelquefois de la Lumière Et des Rayons comme colorez ou imbus de couleurs, je prie le Lecteur de se ressouvenir que je ne prétens pas
par-

*parler philosophiquement & proprement, mais grossièrement, & conformément aux conceptions que le Peuple seroit sujet à se former en voyant les Experiences que je propose dans cet Ouvrage. Car à parler proprement, les Rayons ne sont point colorez, n'y ayant autre chose en eux qu'une certaine puissance ou disposition à exciter une sensation de telle ou telle Couleur. Car comme le Son n'est dans une Cloche, dans une corde de Musique, ou dans aucun autre Corps resonnant, qu'un mouvement tremblottant; qu'il n'est dans l'Air que ce même mouvement propagé depuis l'Objet; & que dans le * lieu des sensations c'est le sentiment de ce mouvement sous la forme de Son: de même les Couleurs dans les Objets ne sont autre chose que la disposition qu'ils ont à reflechir en plus grande abondance telle ou telle espece de Rayons que toute autre espece; & dans les Rayons qu'une disposition à propager tel ou tel mouvement dans le Sensorium, où ce sont des sensations de ces mouvemens sous la forme de Couleurs.*

TROI-

* Sensorium: c'est le mot dont s'est servi l'Auteur: Ce mot est si expressif, & si commode que je serai obligé de l'employer en bien des endroits où la circonlocution que je mets ici à la place, embarrasseroit la periode, ou la rendroit trop languissante.



TROISIEME PROPOSITION: Probleme I.

Déterminer la refrangibilité des différentes espèces de Lumière homogène qui répond aux différentes Couleurs.

POUR résoudre ce Probleme j'ai imaginé l'Experience suivante.

SEPTIEME EXPERIENCE; Ayant terminé exactement * les Côtez rectilignes *AF*, *GM*, du Spectre coloré, formé par le Prisme, comme cela est décrit dans la Cinquième Experience de la PREMIERE PARTIE, toutes les Couleurs homogènes s'y trouverent dans le même ordre & dans la même situation l'une par rapport à l'autre que dans le Spectre composé de Lumière simple, décrit dans la QUATRIEME PROPOSITION de cette Première Partie. Car les Cercles qui forment le Spectre de Lumière composée *PT*, & qui sont croisez & confondus ensemble dans les parties mitoyennes du Spectre, ne sont point entremêlez dans leurs parties extérieures où ils
tou-

* Fig. 4.

touchent les Côtez rectilignes AF & GM . Et c'est pour cela qu'il n'y a point de nouvelle Couleur produite par Réfraction dans ces Côtez rectilignes lorsqu'ils sont terminez distinctement. J'observai de plus, que si en aucun endroit entre les deux Cercles extérieurs TMF & PGA , une Ligne droite, comme $\gamma\delta$, coupoit le Spectre en sorte que par ses deux bouts elle tombât perpendiculairement sur ses côtez rectilignes, il paroïssoit sur toute cette Ligne d'un bout à l'autre, une seule & même Couleur, & le même degré de couleur. Je traçai donc sur du Papier le perimetre du Spectre $FAPGMT$; & faisant la *Troisième Experience* de la PREMIERE PARTIE, je tenois le Papier de telle manière que le Spectre pût tomber sur cette Figure tracée, & lui être adaptée exactement, tandis qu'une Personne qui ayant la vue plus pénétrante que moi pouvoit mieux discerner les Couleurs, tirant en travers sur le Spectre les lignes droites $\alpha\beta$, $\gamma\delta$, $\epsilon\zeta$, &c. marquoit les confins des Couleurs, c'est-à-dire, du Rouge $M\alpha\beta F$, de l'Orangé $\alpha\gamma\delta\beta$, du Jaune $\gamma\epsilon\zeta\delta$, du Vert $\epsilon\eta\theta\zeta$, du Bleu $\eta\iota\kappa\theta$, de l'Indigo $\iota\lambda\mu\kappa$, & du Violet $\lambda G A\mu$. Et cette opération ayant été répétée plusieurs fois

sur

sur le même Papier, & sur divers autres Papiers, je trouvai que les observations s'accordoient assez bien; & que les Côtes rectilignes MG & FA étoient divisées par lesdites Lignes qui coupoient le Spectre en travers, de la même manière qu'est divisée la corde d'un Instrument de Musique. Soit GM mené en X de sorte que MX soit égal à GM ; & imaginez que GX , λX , ιX , ηX , ϵX , γX , αX , MX sont en proportion l'un à l'autre, comme les Nombres 1 , $\frac{5}{9}$, $\frac{7}{9}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{7}$, $\frac{2}{11}$, $\frac{1}{2}$, & qu'ainsi ils représentent les Cordes de la Clé & d'un Ton, une tierce mineure, une quarte, une quinte, une sexte majeure, une septième, & une huitième au dessus de cette Clé: les Intervalles $M\alpha$, $\alpha\gamma$, $\gamma\epsilon$, $\epsilon\eta$, $\eta\iota$, $\iota\lambda$, & λG feront l'Espace occupé par les différentes couleurs, le Rouge, l'Orangé, le Jaune, le Vert, le Bleu, l'Indigo, le Violet.

Or comme ces Intervalles ou Espaces soutiennent les différences des Refractions des Rayons, qui vont jusqu'aux limites de ces Couleurs, c'est à dire, jusqu'aux Points M , α , γ , ϵ , η , ι , λ , G , ils peuvent être regardez, sans aucune erreur sensible, comme proportionels aux différences des Sinus de Refraction de ces Rayons

yons qui ont un commun Sinus d'Incidence : & puisque le commun Sinus d'Incidence des Rayons les plus & les moins refrangibles en passant du Verre dans l'Air s'est trouvé par une methode décrite ci-dessus, en proportion à leurs Sinus de Refraction, comme 50 à 77 & 78, divisez la différence entre les Sinus de Refraction 77 & 78, comme la Ligne *GM* est divisée par ces Intervalles, & vous aurez 77, $77\frac{1}{4}$, $77\frac{1}{2}$, $77\frac{3}{4}$, $77\frac{1}{2}$, $77\frac{1}{3}$, $77\frac{2}{3}$, 78, les Sinus de Refraction de ces Rayons passant du Verre dans l'Air, leur commun Sinus d'incidence étant 50. Et en effet, les Sinus d'Incidence de tous les Rayons qui faisoient le Rouge, passant du Verre dans l'Air, n'étoient aux Sinus de leurs Refractions, ni plus grands que 50 à 77, ni plus petits que 50 à $77\frac{1}{4}$, quoi qu'ils variaissent entr'eux selon toutes les proportions intermediates. De même, les Sinus d'Incidence des Rayons qui faisoient le Vert, étoient aux Sinus de leurs Refractions dans toutes les proportions depuis celle de 50 à $77\frac{1}{4}$ jusqu'à celle de 50 à $77\frac{1}{2}$. Ce fut par de pareilles limites ci-dessus mentionnées que furent déterminées les Refractions des Rayons appartenant aux autres Couleurs, les Sinus des Rayons
qui

qui font le Rouge, s'étendant depuis 77 jusqu'à $77\frac{1}{8}$; ceux des Rayons qui font l'Orangé, depuis $77\frac{1}{8}$ jusqu'à $77\frac{1}{4}$; ceux des Rayons qui font le Jaune, depuis $77\frac{1}{4}$ jusqu'à $77\frac{1}{2}$; ceux des Rayons qui font le Vert, depuis $77\frac{1}{2}$ jusqu'à $77\frac{3}{4}$; ceux des Rayons qui font le Bleu, depuis $77\frac{3}{4}$ jusqu'à $77\frac{7}{8}$; ceux des Rayons qui font l'Indigo, depuis $77\frac{7}{8}$ jusqu'à $77\frac{15}{8}$; & ceux des Rayons qui font le Violet, depuis $77\frac{15}{8}$ jusqu'à 78.

Telles sont les Loix des Refractions que les Rayons souffrent en passant du Verre dans l'Air, d'où il est aisé de déduire par le *Troisième Axiome* de la Première Partie de ce Livre, les Loix des Refractions que souffrent les Rayons en passant de l'Air dans le Verre.

HUITIEME EXPERIENCE : J'ai trouvé de plus, que lorsque la Lumière passe de l'Air à travers différens Milieux contigus refringens, comme à travers l'Eau & le Verre, & qu'elle repasse de là dans l'Air, soit que les surfaces refringentes soient paralleles ou inclinées l'une à l'autre, j'ai trouvé qu'aussi souvent que cette Lumière est si bien redressée par des Refractions contraires, qu'elle sort en lignes paralleles à celles selon lesquelles elle étoit tombée, elle
reste

reste ensuite toujours Blanche : mais que, si les Rayons émergens sont inclinez aux incidens, la blancheur de la Lumière émergente paroît par degrés colorée dans ses extremités, à mesure qu'elle s'éloigne du lieu de son émerfion. C'est de quoi j'ai fait l'épreuve en rompant la Lumière avec des Prismes de verre enchassez dans un vase prismatique plein d'eau. Or ces Couleurs-là prouvent que les Rayons hétérogenes sont divergez & separez les uns des autres par le moyen de leurs Refractions inégales, comme cela paroîtra plus amplement par ce qui suit. Et au contraire la blancheur permanente fait voir qu'à égales incidences des Rayons il n'y a point de telle separation des Rayons émergens, ni par conséquent aucune inégalité dans leurs Refractions totales. D'où je croi pouvoir déduire les deux Theoremes suivans.

I. *Les excès des Sinus de Refraction de différentes especes de Rayons par dessus leur commun Sinus d'Incidence, lorsque les Refractions se font immédiatement de divers Milieux plus denses dans un seul & même Milieu plus rare, comme par exemple l'Air, sont entr'eux en proportion donnée.*

II. *La proportion du Sinus d'Incidence au Sinus de Refraction d'une seule & même es-*
pèce

pèce de Rayons en passant d'un Milieu dans un autre, est composée de la proportion du Sinus d'Incidence au Sinus de Refraction au sortir du premier Milieu dans un troisième Milieu quelconque, Et de la proportion du Sinus d'Incidence au Sinus de Refraction au sortir de ce troisième Milieu dans le second Milieu.

Par le premier Theoreme on connoît les Refractions que les Rayons de chaque espèce souffrent en passant d'un Milieu quelconque dans l'Air, dès qu'on a la Refraction des Rayons d'aucune espèce particulière. Comme par exemple, si l'on veut savoir quelles sont les Refractions que les Rayons de chaque espèce souffrent en passant de l'Eau de pluie dans l'Air, on n'a qu'à soustraire le commun Sinus d'Incidence, du Verre dans l'Air, des Sinus de Refraction; & les excès seront 27 , $27\frac{1}{3}$, $27\frac{1}{7}$, $27\frac{1}{3}$, $27\frac{1}{2}$, $27\frac{2}{3}$, $27\frac{7}{9}$, 28 . Or supposé que le Sinus d'Incidence des Rayons les moins refrangibles soit à leur Sinus de Refraction, passant de l'Eau de pluie dans l'Air, comme 3 à 4 , vous n'avez qu'à dire, Comme 1 , la différence de ces Sinus, est à 3 le Sinus d'Incidence, de même 27 , le moindre des excès mentionnez ci-dessus, est à un quatrième nombre 81 :

170 *Traité d'Optique, sur la Lumière*

& 81. fera le commun Sinus d'Incidence, de l'Eau de Pluye dans l'Air; & si vous ajoûtez à ce Sinus tous les excès ci-dessus mentionnez, vous aurez les Sinus des Refractions, lesquels vous cherchez, savoir, 108 , $108\frac{1}{4}$, $108\frac{1}{2}$, $108\frac{3}{4}$, $108\frac{1}{2}$, $108\frac{2}{3}$, $108\frac{7}{9}$, 109 .

Par le second Theoreme on trouve la Refraction qui se fait d'un Milieu dans un autre, aussi souvent qu'on a les Refractions qui se font, de ces deux Milieux dans un troisiéme. Par exemple, si le Sinus d'Incidence d'aucun Rayon passant du Verre dans l'Air est à son Sinus de Refraction comme 20 à 31 ; & que le Sinus d'Incidence du même Rayon passant de l'Air dans l'Eau, soit à son Sinus de Refraction comme 4 à 3 , le Sinus d'Incidence de ce Rayon passant du Verre dans l'Eau, sera à son Sinus de Refraction comme 20 à 31 & 4 à 3 conjointement, c'est à dire comme le Produit de 20 & 4 au Produit de 31 & 3 , ou comme 80 à 93 .

Ces Theoremes une fois admis dans l'Optique, il seroit aisé de traiter cette Science avec beaucoup d'étendue d'une manière toute nouvelle, en faisant voir non seulement ce qui tend à perfectionner la vision, mais encore en déterminant

nant mathématiquement toute sorte de Phenomenes concernant les Couleurs , qui peuvent être produits par la Refraction. Car à l'égard de ce dernier Article , il ne faut que trouver les separations des Rayons hétérogenes , leurs divers mélanges , & les proportions entre chacun de ces mélanges. C'est par cette methode de raisonner que j'ai trouvé presque tous les Phenomenes décrits dans cet Ouvrage , outre quelques autres moins nécessaires au sujet principal ; & par le succès des Experiences que j'ai faites , j'ose assurer que quiconque raisonnera d'abord exactement , & fera ensuite toutes ses Experiences avec de bons Verres & avec toute la circonspection requise , réussira infailliblement selon son attente. Mais il faut qu'il sache avant toutes choses , quelles Couleurs doivent provenir de quelques autres Couleurs que ce soit , mêlées en telle ou telle proportion déterminée.





QUATRIEME PROPOSITION: Theoreme III.

On peut par voye de composition faire des Couleurs qui à l'œuil seront semblables aux Couleurs de Lumière homogene, mais non pas par rapport à l'immuabilité de la Couleur & à la constitution réelle de la Lumière. A mesure que ces Couleurs sont plus composées, elles sont à proportion moins vives & moins foncées; & par une composition trop forte, elles peuvent être affoiblies & deteintes jusqu'à disparoître absolument, le mélange devenant blanc ou gris. On peut aussi produire, par voye de composition, des Couleurs qui ne soient point entièrement semblables à aucune des Couleurs de Lumière homogene.

CAR un mélange de Rouge & de Jaune homogenes compose un Jaune-
ne-

ne-orangé, lequel à l'œil ressemble à l'Orangé qui dans la suite des Couleurs simples représentées par le Prisme, se trouve entre le Rouge & le Jaune: mais par rapport à la refrangibilité la Lumière de ce dernier Orangé est homogène, & celle de l'autre, est heterogène; & la Couleur de l'un, regardée au travers d'un Prisme, reste immuable, & celle de l'autre change, & se resout en ses Couleurs composantes, le Rouge & le Jaune. De même avec des Couleurs homogènes voisines on peut composer des Couleurs nouvelles, semblables aux Couleurs homogènes intermédiares. Ainsi, le Jaune & le Vert mêlez ensemble, produisent la Couleur d'entredeux; & si à cette Couleur vous ajoutez du Bleu, il en resultera un Vert qui tiendra le milieu entre les trois Couleurs qui entrent dans sa composition. Car si le Jaune & le Bleu sont de deux côtez en portion égale, ils attirent également le Vert d'entredeux dans la composition, & le tiennent, pour ainsi dire, en équilibre, de sorte que ne tirant pas plus sur le Jaune d'un côté que sur le Bleu de l'autre, l'action des deux Couleurs ainsi mêlée fait que cette Couleur demeure toujours mitoyenne. A ce Vert mélangé on peut

encore ajoûter un peu de Rouge & de Violet, auquel cas le Vert ne disparaîtra point encore, mais deviendra seulement moins vif & moins foncé : & si vous augmentez la quantité du Rouge & du Violet, il deviendra toujours plus foible & plus détrempe jusqu'à ce que par la supériorité des Couleurs ajoûtées il soit comme éteint, & changé en Blanc, ou en quelque autre Couleur. De même, si à la couleur de quelque Lumière homogène que ce soit, on ajoûte la Lumière blanche du Soleil, qui est composée de toutes les especes de Rayons, cette Couleur ne s'évanouira pas, ni ne changera point d'espece, mais sera plus foible; & à mesure qu'on y ajoûtera plus de cette Lumière blanche, elle deviendra toujours plus foible & plus lavée. Enfin, si on mêle ensemble le Rouge & le Violet, on produira selon leurs différentes proportions differens Pourpres qui à l'œil ne ressemblent à la couleur d'aucune Lumière homogène; & de ces Pourpres mêlez avec le Jaune & le Blanc on en peut faire d'autres nouvelles Couleurs.



CINQUIEME PROPOSITION: Theoreme IV.

On peut avec des Couleurs composer le Blanc & toutes les Couleurs grises, entre le Blanc & le Noir: & la blancheur de la Lumière du Soleil est composée de toutes les Couleurs primitives mêlées dans une juste proportion.

LA PREUVE FONDÉE SUR DES EXPERIENCES.

NEUVIEME EXPERIENCE. Le Soleil ayant donné dans une Chambre obscure par un petit Trou rond fait dans le Volet d'une Fenêtre, & sa Lumière ayant été rompuë là par un Prisme pour peindre * sur le Mur opposé l'Image du Soleil *P T*, je tins un morceau de Papier blanc *V*, près de cette Image, en sorte qu'il pût être illuminé par la Lumière colorée qui étoit réfléchie de cet endroit-là, mais sans intercepter aucune partie de cette Lumière dans son passage du Prisme à l'Image. Et je trouvai que lorsque le Papier fut plus près d'une Couleur

H 4

que

* Fig. 5.

que des autres, il parut teint de la Couleur dont il étoit plus près, mais que lorsqu'il fut à une distance égale ou presque égale de toutes les Couleurs, de sorte qu'il pouvoit être également illuminé par toutes à la fois, il parut Blanc. Et lorsque le Papier se trouvoit dans cette dernière situation, si quelques Couleurs étoient interceptées, le Papier perdoit aussitôt sa couleur blanche, & paroissoit de la couleur du reste de la Lumière qui n'avoit pas été interceptée. Ainsi donc ce Papier étoit illuminé d'une Lumière de diverses couleurs, savoir de Rouge, de Jaune, de Vert, de Bleu, & de Violet; & chaque partie de cette Lumière retenoit sa propre couleur, jusqu'à ce qu'elle fût tombée sur le Papier, & eût été réfléchie de là dans l'œil; de sorte que si une de ces parties eût été seule (le reste de la Lumière étant intercepté) ou de beaucoup supérieure en quantité au reste de la Lumière réfléchie de dessus le Papier, elle auroit teint le Papier de sa propre couleur; & cependant étant mêlée avec le reste des couleurs dans une proportion convenable, elle faisoit paroître le Papier blanc, & par conséquent c'est en faisant un composé avec le reste qu'elle produisoit le Blanc.

Les

Les différentes parties de la Lumière colorée qui est réfléchie de l'Image, retiennent constamment leur propre couleur pendant qu'elles se répandent de là dans l'Air, puisqu'en quelque lieu qu'elles frappent les yeux du Spectateur, elles lui font voir les différentes parties de l'Image sous leurs propres couleurs. Ces différentes parties retiennent donc leurs propres couleurs dans le temps qu'elles tombent sur le Papier *V*; & c'est par la confusion & le parfait mélange de toutes leurs Couleurs qu'elles composent la Blancher de la Lumière réfléchie de dessus ce Papier.

X. EXPERIENCE: Que cette Image Solaire *PT* * tombe maintenant sur la Lentille *MN* large de plus de quatre pouces, éloignée du Prisme *ABC* environ six piés, & figurée de telle manière qu'elle peut faire que la Lumière colorée qui sort du Prisme en divergeant; devienne convergente & se réunisse à son Foyer *G* qui est à environ six ou huit piés de distance de la Lentille; & qu'elle tombe là perpendiculairement sur un Papier blanc *DE*. Si vous avancez ou reculez ce Papier, vous verrez que près de la Lentille, comme en *de*, toute l'Image

H 5 So-

Solaire (supposez en *pt*) paroîtra sur le Papier teinte de couleurs très-fortes, de la manière qui a été expliquée ci-dessus; mais qu'en le reculant de la Lentille, ces Couleurs se rapprocheront continuellement, & que s'entremêlant de plus en plus elles s'affoibliront incessamment les unes les autres, jusqu'à ce qu'enfin le Papier parvienne au Foyer *G* où par un parfait mélange elles s'évanouiront entièrement, & seront changées en une Couleur Blanche, toute la Lumière paroissant alors sur le Papier comme un petit Cercle blanc. Après quoi si l'on éloigne davantage le Papier de la Lentille, les Rayons qui auparavant étoient convergens, se croiseront dans le Foyer *G*, & allant de là en divergeant ils feront reparoître les Couleurs, mais dans un ordre contraire, supposé en *d* ϵ où le Rouge *t* qui auparavant étoit en bas, est maintenant en haut, & le Violet *p* est en bas qui auparavant étoit en haut.

Arrêtons présentement le Papier au Foyer *G*, où la Lumière paroît entièrement Blanche & Circulaire; & considérons-en la blancheur. Je dis que cette Blancheur est composée des Couleurs convergentes. Car si une ou plusieurs de ces Couleurs sont interceptées à la

Lenz

Lentille, la Blancher dispaſoitra auffi-
tôt, & ſera changée en une Couleur qui
provient du mélange des autres Couleurs
non-interceptées. Et ſi laiſſant paſſer
enſuite les Couleurs interceptées, on les
fait tomber ſur cette Couleur compoſée,
elles ſe mêleront avec elle, & rétabli-
ront la Blancher par leur mélange. Ain-
ſi, ſi le Violet, le Bleu & le Vert ſont
interceptez, le Jaune, l'Orangé & le
Rouge qui reſtent, compoſeront une
eſpece d'Orangé ſur le Papier; & ſi a-
près cela on laiſſe paſſer les Couleurs in-
terceptées, elles tomberont ſur cet O-
rangé compoſé; & mêlées avec lui, el-
les produiront encore du Blanc. De mê-
me, ſi le Rouge & le Violet ſont inter-
ceptez, le Jaune, le Vert, & le Bleu
qui reſtent, compoſeront une eſpèce de
Vert ſur le Papier; après quoi ſi l'on
laiſſe paſſer le Rouge & le Violet, ils
tomberont ſur ce Vert; & mêlez avec
lui, ils produiront encore du Blanc.
Or que dans cette compoſition qui fait
le Blanc, les différens Rayons ne ſouf-
frent aucun changement dans leurs qua-
litez *colorifiques* en agiſſant l'un ſur l'au-
tre, mais qu'ils ſoient ſeulement mêlez
enſemble, & produiſent le Blanc par le
mélange de leurs Couleurs, c'eſt ce qui

paraîtra encore davantage par les preuves suivantes.

Si après avoir mis le Papier au delà du Foyer G comme en $d\epsilon$, on intercepte, & laisse passer alternativement le Rouge, il n'arrivera par là aucun changement au Violet qui reste sur le Papier, comme cela devrait être si les différentes espèces de Rayons agissoient mutuellement les uns sur les autres au Foyer G où ils se croisent. Le Rouge qui est sur le Papier, ne sera pas changé non plus, quoi qu'alternativement on intercepte & laisse passer le Violet qui le croise.

Et si mettant le Papier au Foyer G , on regarde, au travers d'un Prisme, l'Image blanche circulaire en G , & que cette Image transportée par la Refraction du Prisme en rv , y paroisse teinte de diverses couleurs, savoir de Violet en v , de Rouge en r & d'autres Couleurs dans l'entredeux; si après cela on arrête souvent le Rouge à son entrée dans la Lentille, & qu'on le laisse passer alternativement, le Rouge en r disparaîtra & reparoîtra autant de fois, mais le Violet en v ne souffrira par là aucun changement. De même, si l'on intercepte le Bleu à son entrée dans la Lentille, & qu'on le laisse passer alternativement,

le

le Bleu en *r* disparoîtra & reparoîtra autant de fois, sans qu'il arrive aucun changement au Rouge en *r*. Donc le Rouge dépend d'une certaine espece de Rayons, & le Bleu d'une autre espece, lesquels au Foyer *G* où ils sont mêlez ensemble, n'agissent point l'un sur l'autre. Il en est de même des autres Couleurs.

Je considerai de plus, que lorsque les Rayons les plus refrangibles *Pp*, & les moins refrangibles *Tt* sont par convergence inclinez l'un à l'autre, si l'on tenoit le Papier fort oblique à ces Rayons dans le Foyer *G*, il pourroit reflechir une sorte de Rayons en plus grande abondance que toute autre sorte, & que par ce moyen la Lumière reflechie dans ce Foyer seroit teinte de la couleur des Rayons prédominans, pourvu que ces Rayons retinssent chacun leurs couleurs, ou qualitez colorifiques dans le Blanc composé qu'ils produisent dans ce Foyer-là. Car s'ils ne les retenoient point dans ce Blanc-là, mais que chacune à part, elles s'y trouvaissent toutes disposées à exciter en nous un sentiment de Blanc, elles ne pourroient plus perdre leur blancheur par ces sortes de reflexions. J'inclinai donc fort obliquement

le Papier vers les Rayons comme dans la seconde Experience de cette Partie , afin que les Rayons les plus refrangibles pussent être reflechis en plus grande abondance que les autres ; & bientôt la Blancher se changea successivement en Bleu, Indigo, & Violet. Après cela j'inclinai le Papier du côté opposé, afin que les Rayons les moins refrangibles se trouvassent dans la Lumière reflechie , en plus grande quantité que les autres ; & la Blancher se changea successivement en Jaune, Orangé, & Rouge.

Enfin, je fis un * Instrument *XX* en forme de Peigne dont les Dents au nombre de seize, avoient environ un pouce & demi de large, les intervalles des Dents comprenant environ deux pouces. Après quoi interposant successivement les Dents de cet Instrument tout auprès de la Lentille, j'interceptai une partie des Couleurs par le moyen de la Dent interposée tandis que les autres Couleurs passant à travers l'intervalle de la Dent, alloient tomber sur le Papier *DE*, & y peignoient une Image Solaire de figure ronde. D'abord je plaçai le Papier de telle manière que l'Image pût paroître Blanche toutes les fois qu'on retireroit le Peigne ;

après

après quoi , le Peigne étant interposé comme il vient d'être dit , il arrivoit qu'à cause de la partie des Couleurs interceptée tout près de la Lentille, cette Blancher se changeoit toujours en une Couleur composée des Couleurs qui n'étoient pas interceptées ; & par le mouvement du Peigne cette Couleur varioit continuellement, de sorte que chaque Dent passant à son tour par dessus la Lentille, toutes ces Couleurs, le Rouge, le Jaune, le Vert, le Bleu, & le Pourpre, se succédoient toujours l'une l'autre. Je fis donc passer successivement toutes les Dents sur la Lentille ; & lorsqu'elles passoient lentement, on voyoit une perpetuelle succession de Couleurs sur le Papier. Mais si je les faisois passer si rapidement que les Couleurs ne pussent point être distinguées l'une de l'autre à cause qu'elles se succédoient trop vite , chacune de ces Couleurs disparoissoit entièrement en apparence. On ne voyoit plus ni Rouge, ni Jaune, ni Vert, ni Bleu, ni Pourpre : mais du mélange confus de toutes ces Couleurs il en provenoit une seule Couleur d'un Blanc uniforme : & cependant nulle partie de la Lumière que le mélange de toutes ces Couleurs faisoit alors paroître Blanche, n'é-

n'étoit réellement Blanche. Une partie étoit rouge, l'autre jaune, une troisième verte, une quatrième bleuë, & une cinquième pourpre. Ainsi chaque partie retient sa propre couleur jusqu'à ce qu'elle vienne à frapper le *Sensorium*. Lorsque les impressions s'entresuivent si lentement qu'elles peuvent être apperçues chacune à part, il se fait une sensation distincte de toutes les couleurs l'une après l'autre dans une succession continuelle. Mais si les impressions se suivent si promptement qu'elles ne puissent point être apperçues chacune à part, il se fait de toutes ensemble une sensation commune qui n'est d'aucune couleur en particulier, mais participe indifferemment de toutes; & c'est une sensation de Blancher. La rapidité des successions fait que les impressions des différentes couleurs sont confonduës dans le *Sensorium*; & cette confusion produit une sensation mixte. Si un Charbon allumé est rapidement agité en rond par des tournoyemens continuellement repetez, on voit un Cercle entier qui paroît tout en feu; & la raison de cela, c'est que le sentiment qu'excite le Charbon ardent dans les différentes parties de ce Cercle, reste imprimé sur le *Sensorium* jusqu'à ce que le

Char-

Charbon revienne encore au même endroit. Ainsi lorsque les Couleurs s'entresuivent avec une extrême rapidité ; l'impression de chaque couleur reste dans le *Sensorium*, jusqu'à ce qu'une révolution de toutes les Couleurs soit achevée, & que la première Couleur revienne encore ; de sorte que les impressions de toutes les Couleurs qui s'entresuivent si rapidement, se trouvent tout à la fois dans le *Sensorium*, & y excitent conjointement une sensation de toutes ces Couleurs. Il est donc évident par cette Experience, que les impressions de toutes les Couleurs étant mêlées & comme confonduës ensemble, excitent & produisent une sensation de Blanc, c'est à dire que la Blancheur est composée de toutes les Couleurs mêlées ensemble.

Et si maintenant nous retirons le Peigne, pour que toutes les Couleurs puissent passer à la fois, de la Lentille au Papier, y être mêlées, & réfléchies ensemble de là aux yeux des Spectateurs, leurs impressions sur le *Sensorium* étant dès-lors plus finement & plus parfaitement entremêlées, y doivent exciter une plus forte sensation de blancheur.

Au lieu d'une Lentille vous pouvez employer deux Prismes *HIK* & *LMN*,
les-

lesquels rompant la Lumière colorée en un sens contraire à celui de la première Refraction, peuvent faire que les Rayons divergens se convergent & se réunissent en *G*, comme on le voit représenté dans la *Septième Figure*. Car dans l'endroit où les Rayons s'unissent & se mêlent ensemble, ils composent une Lumière blanche, tout de même que lorsqu'on se sert d'une Lentille.

XI. EXPERIENCE. Que l'Image du Soleil colorée *PT** tombe sur le Mur d'une Chambre obscure, comme dans la Troisième Experience de la Première Partie; & qu'on la regarde au travers d'un Prisme *abc*, tenu parallèle au Prisme *ABC* qui a formé cette Image par voye de refraction, de sorte qu'à travers ce second Prisme elle paroisse dans un endroit plus bas qu'auparavant, comme en *S* vis-à-vis de la Couleur Rouge *T*. Cela fait, si vous vous approchez de l'Image *PT*, le Spectre *S* paroîtra oblong & coloré comme l'Image *PT*, mais si vous vous en éloignez, les Couleurs du Spectre *S* se resserreront de plus en plus, & enfin s'évanouiront absolument, le Spectre *S* devenant parfaitement rond & blanc: & si vous vous en éloignez

en-

* Fig. 8.

encore davantage, les Couleurs reparoîtront, mais dans un ordre contraire. Or en ce cas, le Spectre S paroît blanc lorsque les Rayons de différentes espèces qui de divers endroits de l'Image PT se réunissent au Prisme abc , souffrent de la part de ce dernier Prisme des Refractions si inégales qu'en passant du Prisme à l'œil, ils divergent d'un seul & même Point du Spectre S , & par cela même tombent sur un seul & même Point au fond de l'œil, où ils sont mêlez & confondus ensemble.

De plus, si l'on se sert ici du Peigne, & que les Couleurs à l'Image PT soient interceptées successivement par les Dents de ce Peigne, le Spectre S sera continuellement teint de Couleurs *successives* lors que le Peigne se mouvra lentement. Mais si en accélérant le mouvement du Peigne les Couleurs se succèdent si rapidement, qu'on ne puisse les voir chacune à part, une sensation mêlée & confuse de toutes ces Couleurs fera que le Spectre paroîtra blanc.

XII. EXPERIENCE. Le Soleil donnant au travers d'un large Prisme * ABC sur un Peigne XY , placé immédiatement derriere le Prisme, je fis tomber la Lumière

* Fig. 9.

188 *Traité d'Optique, sur la Lumière*
 mière qui passoit au travers des Inter-
 stices des Dents, sur un Papier blanc
DE. Les Dents du Peigne égaloient en
 largeur les Interstices; & sept Dents a-
 vec leurs Interstices contenoient un pou-
 ce en largeur. Lorsque le Papier étoit à
 environ deux ou trois pouces de distan-
 ce du Peigne, la Lumière qui passoit
 par ses différens Interstices, peignoit
 tout autant de rangs de couleurs *kl, mn,*
op, qr, &c. lesquels étoient parallèles
 l'un à l'autre, contigus, & sans aucun
 mélange de Blanc. Et lorsque le Peigne
 étoit mu sans interruption de haut en
 bas, & de bas en haut, ces Rangs de
 Couleurs descendoient & montoient sur
 le Papier. Mais lorsque le mouvement
 du Peigne étoit si prompt, que les Cou-
 leurs ne pouvoient pas être distinguées
 l'une de l'autre, tout le Papier paroissoit
 blanc, parce que ces Couleurs étoient
 mêlées & confonduës ensemble dans le
 lieu des sensations.

Maintenant si vous arrêtez le Peigne,
 & que vous reculiez davantage le Papier
 d'auprès du Prisme, vous verrez les di-
 vers Rangs de Couleurs s'étendre & se
 dilater en rentrant de plus en plus l'un
 dans l'autre: & enfin lorsque le Papier
 sera à environ un pié de distance du Pei-
 gne,

gne, ou un peu plus (supposez dans l'endroit 2 D 2 E) les Couleurs s'affoibliront si fort l'une l'autre qu'elles en deviendront blanches.

Arrêtons ensuite par quelque Obstacle la Lumière qui passe au travers d'un des interstices des Dents, quel qu'il soit, de sorte que le Rang des Couleurs qui vient de là, soit écarté; & vous verrez que la Lumière des autres Rangs se répandra dans l'endroit du Rang qu'on a ôté, & y sera colorée. Si après cela, vous laissez passer comme auparavant le Rang qui avoit disparu, sa Couleur tombant sur les Couleurs des autres Rangs & se mêlant avec elles, fera reparoître le Blanc.

Soit maintenant le Papier 2 D 2 E fort incliné aux Rayons incidens, de sorte que les Rayons les plus refrangibles soient réfléchis en plus grande quantité que les autres; & dès-là, la Couleur blanche qui paroît sur le Papier, sera changée, par l'excès de ces Rayons, en une Couleur bleuë & violette. Après cela, soit le Papier autant incliné du côté opposé pour que les Rayons les moins refrangibles soient réfléchis en plus grande quantité que les autres: & dès-là la Blancher sera changée par leur excès en une Couleur jaune & rouge. Donc dans cette

Lu-

Lumière blanche les différens Rayons retiennent leurs qualitez colorifiques par lesquelles les Rayons de quelque espece qu'ils soient, venant à être plus abondans que le reste, font paroître dès-lors leur propre Couleur en vertu de leur excès & de leur superiorité.

Par le même raisonnement appliqué à la Troisième Experience de cette seconde Partie, on peut conclurre que la Couleur blanche de toute Lumière rompuë est composée de différentes Couleurs dès sa première émergence où elle paroît tout aussi blanche qu'avant son incidence.

XIII. EXPERIENCE. Dans l'Experience précédente les différens Interstices des Dents du Peigne font la fonction d'autant de Prismes, chaque Interstice produisant le Phenomene que produiroit un Prisme. C'est pourquoi employant différens Prismes au lieu de ces Interstices, j'essayai de composer du Blanc en mêlant les Couleurs qui provenoient de ces Prismes seulement, ou même avec deux, comme dans l'Experience que voici. Que deux Prismes * ABC , & abc , dont les Angles refringens B & b sont égaux, soient placez parallelement l'un à l'autre de

* Fig. 10.

de telle sorte que l'Angle réfringent B de l'un des Prismes touche l'Angle c qui est à la base de l'autre, & que leurs Plans CB & cb par où sortent les Rayons, se rencontrent directement. Après cela, que la Lumière qui a passé au travers de ces Prismes, tombe sur le Papier MN éloigné des Prismes environ 8 ou 12 pouces; & les Couleurs produites par les extremités interieures B & c des deux Prismes, se mêleront ensemble en PT & y composeront du Blanc. Car si l'on retire l'un des Prismes, les Couleurs produites par l'autre paroîtront en ce même endroit P, T ; & dès que le Prisme sera remis dans sa place, de sorte que ses Couleurs puissent tomber sur les Couleurs de l'autre Prisme, le mélange des couleurs des deux Prismes, rétablira le Blanc tout aussi-tôt.

Cette Experience réussit aussi, comme je l'ai éprouvé moi-même, lorsque l'Angle b du Prisme inferieur, est un peu plus grand que l'Angle B du Prisme superieur, & qu'entre les Angles interieurs B & c il reste quelque espace Bc (comme cela est représenté dans la Figure) & que les Plans réfringens BC & bc ne sont, ni placez directement, ni paralleles l'un à l'autre. Car pour faire réussir cette Experience il suffit que les

Ra-

Rayons de toutes les sortes soient mêlez d'une manière uniforme sur le Papier en PT . Si les Rayons les plus refrangibles venant du Prisme supérieur, occupent tout l'Espace depuis M jusqu'en P , les Rayons de la même espèce qui viennent du Prisme inférieur, doivent commencer en P , & occuper tout le reste de l'Espace entre P & N . Si les Rayons les moins refrangibles venant du Prisme supérieur, occupent l'Espace MT , les Rayons de la même espèce qui viennent de l'autre Prisme, doivent commencer en T , & occuper l'Espace restant TN . Si parmi les Rayons qui ont des degrés mitoyens de refrangibilité & qui viennent du Prisme supérieur, une espèce se répand sur l'Espace MQ , & une autre sur l'Espace MR , & une troisième sur l'Espace MS , les mêmes sortes de Rayons venant du Prisme inférieur doivent illuminer respectivement les Espaces restans QN , RN , SN . Et ce que je dis là, doit être appliqué à toutes les autres Espèces de Rayons. Car par ce moyen-là les Rayons de chaque Espèce seront dispersez d'une manière uniforme & égale sur tout l'Espace MN ; & étant ainsi mêlez partout en même proportion, ils doivent produire partout la même

Cou-

Couleur. Puis donc que par ce mélange ils produisent du Blanc dans les Espaces extérieurs MP & TN , ils doivent aussi produire du Blanc dans l'Espace intérieur PT . Voilà le fondement de la composition qui a produit la Blancher dans cette Experience: & quelque autre moyen que j'aye employé pour faire une pareille composition, il en a toujours résulté du Blanc.

Enfin, si avec les Dents d'un Peigne d'une grandeur convenable, on intercepte alternativement les Lumières colorées des deux Prismes, lesquelles tombent sur l'Espace PT , il arrivera toujours, que si l'on fait mouvoir le Peigne lentement, cet Espace PT paroîtra coloré: mais que si l'on accélère si fort le mouvement du Peigne qu'on ne puisse point distinguer la succession des couleurs, il paroîtra Blanc.

XIV. EXPERIENCE. Jusqu'ici j'ai produit du Blanc en mêlant les couleurs des Prismes. Maintenant pour mêler les couleurs des Corps Naturels, prenez de l'Eau un peu épaisie avec du savon; & agitez-la jusqu'à ce qu'elle s'élève en écume. Après que cette Ecume sera un peu reposée, vous n'avez qu'à la regarder attentivement, & vous verrez par-

tout diverses Couleurs sur la surface des différentes Bulles dont cette Ecume est composée. Mais à qui s'en éloignera au point de ne pouvoir pas distinguer les Couleurs l'une de l'autre, toute l'Ecume lui paroîtra blanche, d'un Blanc parfait.

XV. EXPERIENCE. Enfin essayant de composer du Blanc en mêlant ensemble les Poudres colorées dont se servent les Peintres, j'ai observé que toutes les Poudres colorées suppriment & éteignent au dedans d'elles-mêmes une partie considérable de la Lumière d'où elles tirent tout leur éclat. Car elles deviennent colorées en réfléchissant la Lumière de leur propre couleur en plus grande quantité & celle des autres Couleurs en moindre quantité; & cependant elles ne réfléchissent pas la Lumière de leurs propres couleurs en si grande abondance que le font les Corps blancs. Si par exemple, on expose de la Mine de Plomb rouge, & un Papier blanc à la Lumière rouge du Spectre coloré qu'on aura formé dans une Chambre obscure par Réfraction d'un Prisme, comme il a été décrit dans la *Troisième Experience* de la Première Partie, le Papier paroîtra plus lumineux que le Vermillon; & par conséquent il réfléchit

chit les Rayons qui font le Rouge, en plus grande abondance que ne fait le Vermillon. Et si on les tient exposez à la lumière de quelque autre couleur, la Lumière reflechie par le Papier surpassera dans une beaucoup plus grande proportion la Lumière qui sera reflechie par le Vermillon. Il en est de même à l'égard des Poudres de toute autre couleur. Et par conséquent nous ne devons point attendre que le mélange de ces sortes de Poudres produise un Blanc clair & net, comme celui du Papier : mais seulement un Blanc sombre & obscur, tel que peut produire un mélange de Lumière & d'obscurité, ou de Blanc & de Noir, c'est à dire une espèce de Gris ou de Brun, ou de Noirâtre tirant sur le Brun, comme est la Couleur des ongles de l'Homme, celle d'une souris, des Cendres, des Pierres ordinaires, du Mortier, de la Poussière, de la Bouë dans les grands Chemins, & de telles autres choses. J'ai souvent composé cette espèce de Blanc obscur par le mélange des Poudres colorées. Ainsi ayant mis ensemble une partie de mine de Plomb rouge, & cinq parties de Verd-de-gris, je composai une couleur Brune semblable à celle d'une Souris. Car ces deux Couleurs prises

à part étoient composées à tel point des autres Couleurs, qu'étant mises ensemble elles faisoient un mélange de toutes les Couleurs ; & j'employai moins de Mine de Plomb que de Verd-de-gris , parce que la couleur de la Mine de Plomb est beaucoup plus éclatante. De plus , avec une partie de Mine de Plomb & quatre parties d'Azur, je composai une Couleur Brune tirant un peu sur le Pourpre ; & ayant ajoûté à cela un certain mélange d'Orpiment & de Verd-de-gris dans une juste proportion, cette Couleur perdit sa teinture de pourpre, & devint parfaitement brune d'un Brun clair. Mais l'Experience réussit beaucoup mieux sans Mine de Plomb, de la manière que je vais l'exposer. A l'Orpiment, j'ajoûtai peu à peu d'un certain Pourpre vif & éclatant dont les Peintres ont accoutumé de se servir, jusqu'à ce que l'Orpiment cessa d'être Jaune, & devint Rouge-pâle. Je commençai alors à detremper ce Rouge en y mêlant un peu de Verd-de-gris, & un peu plus d'Azur, jusqu'à ce qu'il parut d'un tel Gris ou Blanc-pâle, qu'il n'approchoit pas plus de l'une des susdites Couleurs que de l'autre. Car par là le Tout prit la couleur d'un Blanc pareil à celui des Cendres, ou

ou du Bois fraîchement coupé, ou de la Peau de l'Homme. Comme l'Orpiment reflechissoit plus de Lumière qu'aucune des autres Poudres, il contribuoit plus que le reste à la Blancheur de cette Couleur composée. Parce que les Poudres de la même espèce ont différens dégrez de bonté, il est assez difficile d'en assigner exactement les proportions. Mais selon que la Couleur d'une Poudre est plus ou moins foncée & lumineuse, il faut en l'employant diminuer ou augmenter la doze.

Or comme ces Couleurs grises & brunes peuvent être aussi produites par un mélange de Blanc & de Noir, & qu'elles ne diffèrent point par conséquent du Blanc parfait en espèce de couleurs, mais seulement en degré de clarté, il est évident que pour les rendre parfaitement blanches il n'est besoin que d'en augmenter suffisamment l'éclat : & au contraire, si en les rendant plus lumineuses on peut les porter à un parfait degré de blancheur, il s'ensuit encore de là, que ces Couleurs sont en effet de la même espèce de couleur que les Blancs les plus parfaits ; & qu'ils n'en diffèrent que par la quantité de Lumière. C'est de quoi j'eus occasion de me convaincre par l'Ex-

perience que voici. Ayant pris un tiers du dernier mélange gris, mentionné ci-dessus, (je veux dire celui qui étoit composé d'Orpiment, de Pourpre, d'Azur & de Verd-de-gris) j'en mis une couche assez épaisse sur le Plancher de ma Chambre dans l'endroit où le Soleil donnoit dessus, au travers d'une Fenêtre ouverte; & je plaçai dans l'ombre, tout auprès de cet Enduit, un morceau de Papier blanc de la même grandeur. Après quoi reculant à 12 ou 18 piés de distance de là, en sorte que je ne pouvois plus discerner l'inégalité de la surface de la Poudre, ni les petites ombres que produisoient ses particules graveleuses, cette Poudre me parut d'un Blanc si éclatant qu'il surpassoit même celui du Papier, surtout si le Papier étoit un peu ombragé par l'interception de la Lumière réfléchie par les Nuées; & en ce cas-là, le Papier comparé à la Poudre paroissoit d'un Gris pareil à celui dont la Poudre avoit paru auparavant. Mais en mettant le Papier dans un endroit où le Soleil donne à travers les vitres de la Fenêtre, ou en fermant la Fenêtre pour que le Soleil donne sur les poudres au travers des Vitres, ou bien en augmentant ou diminuant par tel autre moyen, la

la Lumière qui illumine les Poudres & le Papier, on peut rendre la Lumière qui illumine les Poudres, plus forte en telle proportion convenable que celle qui éclaire le Papier, de sorte que les Poudres & le Papier paroîtront d'un degré de Blancheur absolument égal. Car dans le temps que je faisois cette Experience, un Ami m'étant venu voir, je l'arrêtai à la porte de la Chambre; & avant que de lui rien dire des Couleurs qu'on voyoit sur le Plancher, ni du Papier qui étoit auprès, ni de ce que je me proposois de faire, je lui demandai lequel de ces deux Blancs étoit le meilleur, & en quoi ils différoient l'un de l'autre: & après qu'il les eut regardez attentivement à cette distance, il me répondit, que c'étoient deux fort bons Blancs; & qu'il ne pouvoit point déterminer lequel étoit le meilleur, ni ce qui en faisoit la différence. Or si l'on considère que le Blanc de la Poudre exposée au Soleil, étoit composé des Couleurs, que les Poudres dont cette Poudre est composée, (savoir l'Orpiment, le Pourpre, l'Azur, & le Verd-de-gris) ont chacune à part lorsqu'elles sont exposées au même Soleil, on doit nécessairement conclurre de cette Experience,

200 *Traité d'Optique , sur la Lumière*
que différentes Couleurs mêlées ensemble peuvent faire un Blanc parfait.

De ce que je viens de dire, il s'ensuit évidemment encore, que la Blancher de la Lumière du Soleil est composée de toutes les Couleurs que les différentes espèces de Rayons qui forment cette Lumière, donnent au Papier ou à tout autre Corps blanc sur lequel ils tombent, lorsqu'ils sont separez l'un de l'autre par leurs différentes refrangibilitez. Car ces Couleurs (par la SECONDE PROPOSITION) sont inalterables, & toutes les fois que tous ces Rayons avec ces Couleurs-là sont de nouveau mêlez ensemble, ils reproduisent la même Lumière blanche qu'auparavant.



SIXIEME PROPOSITION. Probleme II.

Dans un mélange de Couleurs primitives , la quantité & la qualité de chaque Couleur étant données , connoître la Couleur du Composé.

PAR le moyen du Centre * O , & du Rayon OD soit décrit un Cercle ADF;
&

* Fig. II.

& soit sa circonférence, distinguée en sept Parties, DE , EF , FG , GA , AB , BC , CD , proportionnelles aux sept tons de Musique ou aux Intervalles des huit sons contenus dans une Octave, *Sol*, *la*, *fa*, *sol*, *la*, *mi*, *fa*, *sol*, c'est à dire, proportionnelles au Nombre $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{2}$. Que la première partie DE représente le Rouge; la seconde EF l'Orangé; la troisième FG le Jaune; la quatrième GA le Vert; la cinquième AB le Bleu; la sixième BC l'Indigo; & la septième CD le Violet. Imaginez que ce sont là toutes les Couleurs de Lumière simple, qui par degrés passent l'une dans l'autre, comme lorsqu'elles sont séparées par des Prismes; la circonférence $DEFGABCD$ représentant toute la suite des Couleurs depuis un bout de l'Image colorée du Soleil jusqu'à l'autre, de sorte que depuis D jusqu'en E ce soient tous les degrés du Rouge, & en E la Couleur moyenne entre le Rouge & l'Orangé; depuis E jusqu'en F tous les degrés de l'Orangé, & en F la Couleur moyenne entre l'Orangé & le Jaune; depuis F jusqu'en G tous les degrés du Jaune; & ainsi de suite. Soit p le centre de gravité de l'Arc DE ; & q, r, s, t, u, x , les Centres de gravité des Arcs $EF, FG, GA,$

GA, AB, BC, & CD respectivement: & soient décrits, autour de ces Centres de gravité, des Cercles proportionnels au nombre de Rayons de chaque Couleur dans le mélange donné, c'est à dire, le Cercle *p* proportionnel au nombre des Rayons qui font le Rouge dans ce mélange; le Cercle *q* proportionnel au nombre des Rayons qui font l'Orangé dans ce mélange; & ainsi du reste: Trouvez, après cela, le centre commun de gravité de tous ces Cercles *p, q, r, s, t, u, x*. Soit ce centre *Z*; & en tirant par ce *Z*, depuis le centre du Cercle *ADF* jusqu'à la circonference, la Ligne droite *OY*, la place du Point *Y* dans la circonference fera voir quelle est la Couleur qui doit provenir de la composition de toutes les Couleurs dans le mélange donné; & la Ligne *OZ* sera proportionnelle à la plénitude de cette Couleur, c'est à dire, à sa distance du Blanc. Par exemple, si *Y* tombe sur le Milieu entre *F* & *G*, la Couleur composée sera le meilleur Jaune. Si *Y* se détourne du Milieu vers *F* ou *G*, la Couleur composée sera conséquemment un Jaune tirant sur l'Orangé ou le Vert. Si *Z* tombe sur la circonference, la Couleur sera forte & vive au plus haut degré:

gré: s'il tombe à mi-chemin entre la circonference & le centre, la Couleur sera moitié moins forte, c'est à dire que ce sera une Couleur semblable à celle qui resulteroit du Jaune le plus vif, mêlé avec une égale quantité de Blanc: & s'il tombe sur le centre O , la Couleur ayant perdu toute sa force, sera changée en Blanc. Mais il est à noter, que si le Point Z tombe sur la Ligne OD , ou tout auprès, le Rouge & le Violet étant en ce cas-là les principaux Ingredients, la Couleur composée ne sera aucune des Couleurs *prismatiques*, mais un Pourpre tirant sur le Rouge ou le Violet, selon que le Point Z sera du côté de la Ligne DO vers E , ou vers C ; & qu'en général le Violet composé a plus de feu & d'éclat que le Simple. D'ailleurs, si on ne mêle dans une égale proportion que deux des Couleurs primitives qui dans le Cercle sont opposées l'une à l'autre, le Point Z tombera bien sur le centre O , mais la Couleur composée de ces deux-là, ne sera pourtant qu'une Couleur foible & anonyme, bien loin d'être parfaitement blanche. Car en ne mêlant ensemble que deux Couleurs primitives je n'ai encore jamais pu faire un vrai Blanc. De savoir si l'on

pourroit en faire un par le mélange de trois Couleurs primitives, prises à égales distances dans la circonference, c'est ce que j'ignore : mais je ne doute presque point qu'on ne puisse faire du Blanc par le mélange de quatre ou cinq Couleurs. Mais ce sont là des curiositez qui ne contribuent que peu, ou point du tout à l'intelligence des Phenomenes de la Nature. Car dans tous les Blancs que la Nature produit, l'ordre est qu'il y a un mélange de toute sorte de Rayons, & par conséquent une composition de toutes les Couleurs.

Pour donner un Exemple de cette Règle, supposez qu'une Couleur soit composée des Couleurs homogenes que je vais nommer, de Violet une partie, d'Indigo une partie, de Bleu deux parties, de Vert trois, de Jaune cinq, d'Orangé fix, & de Rouge dix. Je décris les Cercles x, u, t, f, r, q, p , proportionnels à ces parties respectivement, c'est à dire, de telle manière que si le Cercle x est un, le Cercle u soit un, le Cercle t deux, le Cercle f trois, & les Cercles r, q , & p cinq, fix, & dix. Ensuite, je trouve Z le centre commun de gravité de tous ces Cercles, & tirant par le point Z la Ligne OY , le Point Y tombe

be sur la circonference entre E & F , un peu plus près d' E que de F , d'où je conclus que la Couleur composée de ces Couleurs simples sera un Orangé tirant un peu plus sur le Rouge que sur le Jaune. Je trouve aussi, que OZ est un peu moins que la moitié de OY ; & de là j'infere que cet Orangé a un peu moins que la moitié de la plénitude ou de la force d'un Orangé simple, je veux dire que c'est un Orangé tel que l'Orangé qui doit provenir du mélange d'un Orangé homogène avec un bon Blanc, suivant la proportion qu'a la Ligne OZ avec la Ligne ZY ; proportion qui n'est pas fondée sur la quantité des Poudres d'Orangé & de Blanc mêlées ensemble, mais sur la quantité de la Lumière qui en est réfléchie.

Quoi que cette Règle ne soit pas d'une justesse mathématique, je croi que pour la pratique elle est assez exacte; & la vérité en peut être suffisamment prouvée à l'œil, si l'on arrête quelque couleur que ce soit, à son entrée dans la Lentille, conformément à la *Dixième Expérience* de la seconde Partie de ce Livre. Car les autres Couleurs qui sans être arrêtées passent jusqu'au Foyer de la Lentille, y composeront, ou exacte-

206 *Traité d'Optique, sur la Lumière*
ment, ou à fort peu de chose près, la
Couleur qui par cette Règle doit resul-
ter de leur mélange.



SEPTIEME PROPOSITION : Theoreme V.

*Toutes les Couleurs du monde, je
veux dire celles qui sont pro-
duites par la Lumière & ne dé-
pendent point du pouvoir de l'I-
magination, sont, ou les Cou-
leurs des Rayons homogenes, ou
des Composez de ces Rayons ;
& cela, ou exactement, ou à peu
de chose près, selon la Règle du
Probleme précédent.*

CAR il a été prouvé (PROPOS. I.
Part. 2.) que les changemens de
Couleurs, faits par des Refractions, ne
procedent point d'aucune nouvelle mo-
dification de ces Rayons qui leur soit
imprimée par ces Refractions, ni de la
différente manière dont la Lumière &
l'Ombre sont terminées, comme tous
les Philosophes l'ont crû jusqu'ici. On
a encore prouvé que les différentes Cou-
leurs

leurs des Rayons homogenes répondent constamment à leurs différens degrés de refrangibilité (PROPOS. I. *Part.* 1. & PROPOS. II. *Part.* 2.) & que leurs degrés de refrangibilité ne sauroient être changez par voye de Refraction ou de Reflexion (PROPOS. II. *Part.* 1.) & par conséquent que leurs Couleurs sont pareillement inalterables. On a aussi prouvé d'une manière directe en faisant rompre & reflechir des Rayons homogenes séparément, que leurs Couleurs ne sauroient être changées (PROPOS. II. *Part.* 2.) On a prouvé de plus, que lorsque les différentes espèces de Rayons sont mêlez ensemble, & qu'ils passent, en se croisant, au travers d'un même espace, ils n'agissent point l'un sur l'autre de telle manière qu'ils changent les qualitez colorifiques l'un de l'autre, mais qu'en mêlant leurs actions dans le *Sensorium*, ils excitent une sensation différente de ce que l'un ou l'autre produiroit séparément, c'est à dire, une sensation d'une couleur moyenne entre leurs Couleurs propres; & qu'en particulier, lorsque du concours & du mélange de toute sorte de Rayons il résulte une couleur blanche, le Blanc est un mélange de toutes les Couleurs que tous les Rayons auroient

cû

eû chacun à part, P R O P O S. V. *Part. 2.*
Dans ce mélange les Rayons ne perdent
ni n'alterent point leurs différentes qua-
litez colorifiques : mais toutes leurs dif-
férentes sortes d'actions se trouvant mê-
lées dans le *Sensorium*, elles y excitent
une sensation d'une Couleur moyenne
entre toutes leurs Couleurs, qui est le
Blanc. Car le Blanc tient le milieu en-
tre toutes les Couleurs, participant à
toutes indifféremment, de sorte qu'il
reçoit avec une égale facilité la teintu-
re de chacune de ces Couleurs. Une
Poudre rouge, mêlée avec un peu de
Poudre bleuë, ne perd pas d'abord sa
Couleur, non plus qu'une Poudre bleuë,
mêlée avec un peu de Poudre rouge :
mais si une Poudre blanche est mêlée a-
vec quelque Couleur que ce soit, elle
prend d'abord la teinture de cette Cou-
leur, & est également capable d'être
teinte en toute autre Couleur. On a fait
voir aussi, que, comme la Lumière du
Soleil est composée de toutes les espèces
de Rayons, de même la Blancher est
un mélange des Couleurs de toutes les
espèces de Rayons, ces Rayons ayant
dès le commencement leurs différentes
qualitez colorifiques aussi bien que leurs
différentes refrangibilités, & les con-
ser-

servant toujours immuables, quelques Refractions ou Reflexions qu'ils souffrent en aucun temps; & que lorsqu'une espece particuliere de Rayons Solaires est separée des autres par quelque moyen que ce soit (comme par Reflexion dans la 9^{me}. & la 10^{me}. Experience, *Part. 1.* ou par Refraction, ce qui arrive dans toutes les Refractions) les Rayons de cette espece-là manifestent alors leurs propres Couleurs. Toutes ces choses, dis-je, ont été prouvées; & ce qui en resulte, établit la Proposition qui doit être prouvée ici. Car si la Lumière du Soleil est mêlée de différentes espèces de Rayons, qui originairement ont chacun leurs différentes refrangibilités & qualitez colorifiques, & qui malgré leurs Refractions ou Reflexions, leurs separations ou mélanges, conservent toutes ces propriétés originales sans la moindre alteration, il s'ensuit nettement de là, que toutes les Couleurs qui existent dans la Nature, sont en effet telles que les doivent produire constamment les Qualitez colorifiques & originales des Rayons dont est composée la Lumière qui rend ces Couleurs visibles. Et par conséquent, si l'on demande la cause de quelque Couleur que ce soit, il ne faut que considerer com-
ment

ment les Rayons de la Lumière Solaire ont été séparés les uns des autres, ou mêlez ensemble, par Reflexion, Refraction, ou autres causes; ou bien trouver par quelque autre moyen quelles sortes de Rayons entrent dans la composition de la Lumière qui produit cette Couleur-là, & en quelle proportion; après quoi il faut voir par le moyen du dernier Problème, quelle est la Couleur qui doit provenir du mélange de ces Rayons, ou de leurs Couleurs, fait selon cette proportion. Au reste, je ne parle ici des Couleurs qu'entant qu'elles procedent de la Lumière. Car il y en a qui tirent leur origine d'ailleurs, comme lorsque par un effort d'imagination nous voyons des Couleurs en songe, ou qu'un Frenetique voit devant lui ce qui n'y est point; ou lorsque nous voyons du feu en nous frottant les yeux, ou que pressant le coin d'un de nos yeux, & regardant du côté opposé nous voyons des couleurs semblables à ces lunules en forme d'yeux qui tapissent la queue du Paon. Partout où ces causes & autres pareilles n'interviennent point, la Couleur répond toujours à l'Espèce ou aux Espèces de Rayons qui composent la Lumière, comme je l'ai trouvé constamment dans tous les.

les Phenomenes des Couleurs que j'ai eû moyen jusqu'ici d'examiner. C'est de quoi je vais donner des exemples dans les Propositions suivantes, en expliquant les Phenomenes les plus remarquables.



HUITIEME PROPOSITION: Probleme III.

Rendre raison par les Propriétez de la Lumière découvertes ci-dessus, des Couleurs produites par des Prismes.

SOIT * ABC un Prisme qui rompe la Lumière du Soleil, introduite dans une Chambre obscure par un Trou $F\phi$ presque aussi large que le Prisme: & soit MN un Papier blanc sur lequel la Lumière rompuë soit jettée de telle manière que les Rayons les plus refrangibles, ou producteurs du Violet le plus foncé tombent sur l'Espace $P\pi$; les Rayons les moins refrangibles, ou producteurs du Rouge le plus foncé, sur l'Espace $T\tau$; ceux qui tiennent le milieu entre les Rayons producteurs de l'Indigo & les Rayons producteurs du Bleu, sur

sur l'Espace $\mathcal{Q}\chi$; l'Espèce moyenne des Rayons producteurs du Vert, sur l'Espace $R\rho$; ceux qui tiennent le milieu entre les Rayons producteurs du Jaune & les Rayons producteurs de l'Orangé, sur l'Espace $S\sigma$; & les autres espèces de Rayons intermédiats, sur les Espaces intermédiats. Car par ce moyen-là les Espaces sur lesquels les différentes espèces de Rayons tombent pleinement, seront l'un plus bas que l'autre, à cause de la différente refrangibilité de ces diverses sortes de Rayons. Or si le Papier MN est si près du Prisme que les Espaces PT & πl ne se croisent point, la distance $T\pi$, qui est entre ces deux Espaces, sera illuminée par toutes les espèces de Rayons, selon la proportion où ils sont l'un à l'égard de l'autre dans l'instant qu'ils viennent à sortir du Prisme; & par conséquent, elle sera blanche. Mais les Espaces PT & πl des deux côtes de cet Espace $T\pi$, ne seront pas illuminez par toutes les espèces de Rayons; & par conséquent ils paroîtront colorez. Ainsi en P où tombent les Rayons les plus extérieurs, producteurs du Violet, la Couleur y doit être d'un Violet très-foncé: en $\mathcal{Q}$ où les Rayons producteurs du Violet sont mêlez avec les producteurs de l'In-

l'Indigo, elle doit être d'un Violet qui tire beaucoup sur l'Indigo : en R où les Rayons producteurs du Violet, les producteurs de l'Indigo, les producteurs du Bleu, & une moitié de ceux qui produisent le Vert, sont mêlez ensemble, leurs Couleurs y doivent composer (par la construction du *second Probleme*) une Couleur moyenne entre l'Indigo & le Bleu : en S où tous les Rayons sont entremêlez, hormis ceux qui produisent le Rouge, & l'Orangé, leurs Couleurs y doivent composer, par la même Règle, un Bleu-pâle, tirant plus sur le Vert que sur l'Indigo : & en avançant de S en T , ce Bleu deviendra toujours plus foible, jusqu'à ce qu'en T , où toutes les Couleurs commencent à se mêler, il soit changé en Blanc.

De même, à l'autre côté de l'Espace blanc en τ où il n'y a que les Rayons les moins refrangibles ou les plus extérieurs du Rouge, la Couleur y doit être d'un Rouge très-foncé : en σ , le mélange du Rouge & de l'Orangé doit produire un Rouge tirant sur l'Orangé : en ρ le mélange du Rouge, de l'Orangé, du Jaune & une moitié du Vert doit composer une Couleur moyenne entre l'Orangé & le Jaune : en χ toutes les Couleurs, excep-

cepté le Violet & l'Indigo, étant mêlées ensemble, ce mélange doit composer un Jaune-pâle, tirant plus sur le Vert que sur l'Orangé. Et ce Jaune deviendra toujours plus pâle & plus foible en allant de χ en π , où par un mélange de toute sorte de Rayons il deviendra Blanc.

Telles sont les Couleurs qui devroient paroître si la Lumière du Soleil étoit parfaitement blanche. Mais comme elle tire sur le Jaune, l'excès des Rayons producteurs du Jaune par lesquels elle est teinte de cette Couleur, étant mêlé avec le Bleu-pâle qui est entre S & T , fait qu'elle approche d'un Vert-pâle. Ainsi les Couleurs prises de P en T doivent être le Violet, l'Indigo, le Bleu, un Vert fort foible, le Blanc, un Jaune-pâle, l'Orangé, & le Rouge. C'est ce qui se trouve verifié par le calcul; & quiconque voudra prendre la peine d'observer les Couleurs produites par le Prisme, trouvera que la chose est établie de même dans la Nature.

Ce sont là les Couleurs qui paroissent aux deux côtez du Blanc lorsqu'on tient le Papier entre le Prisme, & le Point X où les Couleurs se rencontrent, & où le Blanc d'entredeux s'évanouit. Car si
l'on

l'on tient le Papier à une plus grande distance du Prisme, les Rayons les plus refrangibles, & ceux qui le sont le moins, manqueront dans le milieu de la Lumière; & le reste des Rayons qui se trouvent là, étant mêlez ensemble, produiront par leur mélange un Vert plus chargé qu'auparavant. De même le Jaune & le Bleu seront alors moins composez, & par conséquent plus foncez qu'auparavant : ce qui s'accorde encore avec l'Experience.

Et si l'on regarde, au travers d'un Prisme, un Objet blanc environné de Noir ou d'obscurité, la raison des Couleurs qui paroissent sur les bords de cet Objet, est à peu près la même, comme le verront ceux qui prendront la peine d'examiner ce Phenomene avec un peu d'attention. Au contraire, si un Objet noir est environné d'un Objet blanc, il faut attribuer les Couleurs qui paroissent au travers du Prisme, à la Lumière de l'Objet blanc laquelle se repand sur les parties voisines du noir; & c'est pour cela qu'elles paroissent dans un ordre contraire à celui où elles se trouvent lorsqu'un Objet blanc est environné d'un noir. Et l'on doit compter qu'il en est de même lorsqu'on regarde un Objet
dont

dont quelques-unes des parties sont moins lumineuses que les autres. Car dans les confins des parties plus & moins lumineuses, les Couleurs doivent, par les mêmes Principes, provenir toujours de l'excès de la Lumière des parties les plus lumineuses, & être de la même espèce que si les parties les plus obscures étoient noires, avec cette différence qu'elles doivent être plus foibles, & moins chargées.

Ce que j'ai dit des Couleurs produites par le Prisme, peut être aisément appliqué aux Couleurs produites par les Verres des Telefcopes ou des Microscopes, ou par les humeurs de l'Oeil. Car si le Verre Objectif d'un Telescope est plus épais d'un côté que de l'autre, ou si une moitié du Verre, ou une moitié de la Prunelle de l'œil est couverte d'une substance opaque quelconque, le verre Objectif, ou la partie du Verre ou de l'Oeil qui n'est pas couverte, peut être considérée comme un Coin à côtéz recourbez; & chaque Coin de verre ou de telle autre Substance pellucide, fait l'effet d'un Prisme en rompant la Lumière qui passe à travers.

On a fait voir évidemment dans la neuvième, & la Dixième *Experience* de la

PRE-

PREMIERE PARTIE comment les Couleurs proviennent de la différente Reflexibilité de la Lumière. Mais il est à noter dans la *Neuvième Experience*, que tandis que la Lumière du Soleil est Jaune, l'excès des Rayons qui font le Bleu dans le Trait de Lumière reflechi *MN*, n'est capable que de changer ce Jaune en un Blanc-pâle tirant sur le Bleu, mais nullement de le teindre en une Couleur visiblement bleuë. Pour donc avoir un meilleur Bleu, j'employai, à la place de la Lumière Jaune que donne le Soleil, la Lumière Blanche des Nuées, en variant un peu l'experience, comme vous l'allez voir dans le Paragraphe suivant.

XVI. EXPERIENCE. * Soit *HFG* un Prisme en plein air; & *S* l'œil du Spectateur regardant les Nuées par le moyen de la Lumière qui vient de là dans le Prisme au côté plan *FIGK*, & y est reflechie par la Base du Prisme *HEIG*, d'où elle est par son côté plan *HEFK* pour entrer dans l'œil. Et lorsque le Prisme & l'Oeil sont placez comme il faut, de sorte que les Angles d'Incidence & de Reflexion aient environ 40 degrés à la Base, le Spectateur verra un Arc *MN* de Couleur bleuë qui

Tome I.

K

s'é-

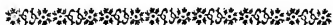
* Fig. 13.

s'étendra d'un bout de la Base à l'autre, le côté concave de l'Arc, tourné vers lui : & la Partie de la Base *IMNG* qui est au delà de l'Arc, paroîtra plus brillante que l'autre partie *EMNH* qui sera en deçà. Cet Arc bleu *MN* n'étant produit que par la Reflexion d'une Surface *Speculaire*, paroît un Phenomene si étrange & si difficile à expliquer par l'hypothese ordinaire des Philosophes, que j'ai cru qu'il meritoit d'être remarqué. Or pour en comprendre la raison, supposez que le Plan *ABC* coupe perpendiculairement les Côtez plans & la Base du Prisme. De l'œil à la Ligne *BC*, où ce Plan coupe la Base, tirez les Lignes *Sp* & *St* qui fassent l'Angle *SpC* de 50 degrés $\frac{1}{2}$, & l'Angle *StC* de 49 degrés $\frac{1}{4}$; & le Point *p* sera la borne au delà de laquelle nul des Rayons les plus refrangibles ne peut passer à travers la Base du Prisme, & être rompu, c'est à dire, des Rayons dont l'Incidence soit telle qu'ils puissent être reflechis vers l'Œuil. C'est de même par le Point *t* que seront bornez les Rayons les moins refrangibles, c'est à dire qu'au delà de ce Point nul des Rayons ne peut passer par la Base, j'entens de ceux dont l'incidence soit telle qu'ils puissent venir à l'œil par

Re-

Reflexion. Enfin le Point r qui tient le milieu entre p & t , bornera de même les Rayons de moyenne Refrangibilité. Et par conséquent, tous les Rayons les moins refrangibles qui viennent à tomber sur la Base au delà de t , c'est à dire, entre t & B , & qui peuvent venir delà à l'Oeil, y seront reflechis. Mais en deçà de t , c'est à dire, entre t & C , plusieurs de ces Rayons passeront au travers de la Base. Et tous les Rayons les plus refrangibles qui tomberont sur la Base au delà de p , c'est à dire entre p & B , & qui peuvent venir par Reflexion de là à l'Oeil, y seront reflechis : mais dans tout l'Espace d'entre p & C , plusieurs de ces Rayons les plus refrangibles passeront à travers la Base & seront rompus; & il faut compter qu'il en sera de même des Rayons de moyenne Refrangibilité, des deux côtez du Point r . D'où il s'ensuit que la Base du Prisme doit paroître blanche & brillante dans tout l'Espace d'entre t & B en vertu d'une totale Reflexion de toutes les espèces de Rayons vers l'œil; & plus pâle, plus obscure, & plus sombre dans tout l'Espace d'entre p & C à cause qu'il s'y fait une transmission de quantité de Rayons de chaque espèce : mais en r & en d'autres en-

droits entre p & t où tous les Rayons les plus refrangibles sont reflechis vers l'œil, & où plusieurs des moins refrangibles passent à travers, l'excès des Rayons les plus refrangibles dans la Lumière reflechie teindra cette Lumière de la Couleur de ces Rayons, qui est le Violet & le Bleu. Et c'est ce qui arrive en quelque partie de la Base qu'on prenne la Ligne $CprtB$ entre les extremités du Prisme HG & EI .



NEUVIEME PROPOSITION : Probleme IV.

*Par les propriétés de la Lumière
expriées ci-dessus, rendre rai-
son des Couleurs de l'Arc-en-
Ciel.*

L'ARC-EN-CIEL ne paroît jamais qu'où il pleut, le Soleil éclairant actuellement; & l'on peut former des Arc-en-Ciels par art en faisant jaillir de l'eau qui poussée en l'air & dispersée en gouttes, vienne à tomber en forme de pluie. Car le Soleil donnant sur ces gouttes fait voir certainement un Arc-en-ciel à tout Spectateur qui se trouve dans une
juste

juste position à l'égard de cette Pluie & du Soleil. Aussi est-ce présentement une chose reconnüe, que l'Arc-en-ciel est formé par la Refraction de la Lumière du Soleil dans des gouttes de pluie. C'est ce que quelques Anciens avoient compris, & qui a été pleinement découvert & expliqué dans ces derniers tems par le fameux *Antoine de Dominis* Archevêque de *Spalato* dans son Livre *De Radiis Visus & Lucis*, publié à Venise en 1611. par son ami *Bartolus*, mais composé plus de vingt ans auparavant. Car il montre dans ce Livre comment l'Arc-en-ciel interieur est produit dans des gouttes rondes de pluie par deux Refractions de la Lumière Solaire, & une Reflexion entredeux; & l'exterieur par deux Refractions & deux sortes de Reflexions entredeux, qui sont faites dans chaque goutte de pluie; verifiant ses Explications par des experiences qu'il fait avec une Phiole pleine d'Eau, & avec des boules de verre remplies d'eau & exposées au Soleil pour y faire voir les Couleurs des deux Arcs, l'exterieur & l'interieur. *Des-Cartes* qui a suivi cette explication dans ses *Meteores*, a corrigé celle de l'Arc exterieur. Mais comme ces deux Savans hommes n'enten-

doient point la véritable origine des Couleurs, il est nécessaire d'examiner ici cette matière avec un peu plus de précision. Pour comprendre donc comment se fait l'Arc-en-ciel; soit une Goutte d'eau, ou tout autre Corps Sphérique transparent, représenté * par le Globe $B N F G$ qui est décrit par le centre C & le Demi-diamètre $C N$. Soit $A N$ un des Rayons du Soleil tombant sur ce Globe en N ; & que de là il se rompe en F où il sorte du Globe par voye de Refraction vers V , ou soit réfléchi vers G , & qu'en G il sorte par Refraction en R , ou soit réfléchi en H ; & qu'en H il sorte par Refraction vers S , coupant le Rayon incident en T . Prolongez $A N$ & $R G$ jusqu'à ce qu'ils se rencontrent en X ; & sur $A X$ & $N F$ laissez tomber les perpendiculaires $C D$ & $C E$; & prolongez $C D$ jusqu'à ce qu'il tombe sur la circonférence en L . Tirez le diamètre $B Q$ parallèle au Rayon incident $A N$; & que le Sinus d'Incidence passant de l'Air dans l'Eau soit au Sinus de Refraction comme I à R . Maintenant si vous supposez que le Point d'Incidence N se meuve depuis le Point B sans discontinuer jusqu'à ce qu'il parvienne en L , l'Arc

2 F'

* Fig. 14.

QF augmentera d'abord; & ensuite diminuera, tout de même que l'Angle AXR formé par les Rayons AN & GR : & l'Arc QF & l'Angle AXR seront plus grands, lorsque ND est à CN comme $\sqrt{11-RR}$ à $\sqrt{3} RR$, auquel cas NE sera à ND comme $2 R$ à I . De même l'Angle AYS formé par les Rayons AN & HS , diminuera d'abord; & ensuite augmentera; & enfin deviendra plus petit lorsque ND est à CN , comme $\sqrt{11-RR}$ à $\sqrt{8} RR$, auquel cas NE sera à ND comme $3 R$ à I . Et ainsi l'Angle formé par le Rayon émergent immédiatement après (c'est à dire, par le Rayon émergent après trois Reflexions) & par l'Incident AN , parviendra à son terme lorsque ND est à CN comme $\sqrt{11-RR}$ à $\sqrt{15} RR$, auquel cas NE sera à ND comme $4 R$ à I . Et l'Angle formé par le Rayon émergent qui vient immédiatement après ce dernier (c'est à dire par le Rayon émergent après quatre Reflexions) & par l'Incident AN , parviendra à son terme lorsque ND est à NC comme $\sqrt{11-RR}$ à $\sqrt{24} RR$, auquel cas NE sera à ND comme $5 R$ à I ; & ainsi à l'infini en assemblant les Nombres 3, 8, 15, 24, &c. par une addition continuelle des termes

de la progression arithmétique 3, 5, 7, 9, &c. Il sera aisé à des Mathématiciens de s'assûrer de la vérité de tout ceci.

Maintenant il faut remarquer, que comme lorsque le Soleil vient aux Tropiques, les Jours n'augmentent & ne diminuent que très-peu durant un assez long temps, de même lorsqu'en augmentant la distance CD ces Angles parviennent à leurs limites, leur quantité ne varie que fort peu pendant quelque temps; & que pour cet effet parmi les Rayons tombans sur tous les Points N dans le quart de Cercle BL , il en sortira un beaucoup plus grand nombre dans les limites de ces Angles que dans aucune autre Inclinaison. Il faut observer encore, que les Rayons qui diffèrent en refrangibilité, auront des Angles d'émergence différemment limitez, que par conséquent selon leurs differens degrés de refrangibilité ils sortiront plus abondamment en differens Angles; & qu'étant separez les uns des autres ils paroîtront chacun dans leur propre couleur.

De savoir quels sont ces Angles, c'est ce qu'on peut déduire du Theoreme précédent par un calcul très-aisé à faire. Car dans les Rayons les moins refrangibles les Sinus I & R sont 108 & 81, com-

comme nous l'avons vû ci-dessus, d'où il paroîtra par le calcul, que le plus grand Angle AXR est de 42 degrés, 2 minutes; & le plus petit Angle AYS , de 50 degrés, 57 minutes. Et dans les Rayons les plus refrangibles les Sinus I & R sont 109 & 81, d'où il paroîtra par le calcul, que le plus grand Angle AXR est de 40 degrés, 17 minutes; & le plus petit AYS de 54 degrés, 7 minutes.

Maintenant supposez que O est l'œil du Spectateur, & OP une Ligne parallèle aux Rayons du Soleil. Et soient POE , POF , POG , POH , des Angles de 40 degr. 17'. de 42 degr. 2'. de 50 degr. 57'. & de 54 degr. 7'. respectivement; & ces Angles étant tournez autour de leur commun Côté OP décriront par leurs autres Côtés OE , OF , OG , OH , les bords de deux Arc-en-ciels $AFBE$, & $CHDG$. Car si E , F , G , H sont des Gouttes placées en aucun endroit des Surfaces coniques décrites par OE , OF , OG , OH , & qu'elles soient éclairées par les Rayons du Soleil SE , SF , SG , SH ; comme l'Angle SEO est égal à l'Angle POE , ou qu'il est de 40 degr. 17', ce sera le plus grand Angle où les Rayons les plus refrangibles puissent ê-

K 5 tre

tre rompus vers l'œil après une seule Reflexion; & par conséquent toutes les Gouttes qui se trouvent sur la Ligne $O E$ enverront à l'œil en plus grande abondance les Rayons les plus refrangibles, & par ce moyen feront sentir le Violet le plus foncé en cet endroit. De même, l'Angle SFO étant égal à l'Angle POF ou de 42. degr. 2', ce sera le plus grand Angle où les Rayons les moins refrangibles puissent sortir des gouttes après une seule Reflexion; & par conséquent ces Rayons viendront à l'œil en plus grande quantité, des Gouttes qui se trouvent sur la Ligne OF , & produiront la sensation du Rouge le plus foncé dans cet endroit. Par la même raison les Rayons qui ont des degrés intermediaires de refrangibilité, viendront en plus grande abondance des Gouttes entre E & F , & feront sentir les Couleurs intermediaires dans l'ordre qu'exigent leurs degrés de refrangibilité, c'est à dire en avançant de E en F ou de la partie interieure de l'Arc à l'exterieure dans cet ordre, le Violet, l'Indigo, le Bleu, le Vert, le Jaune, l'Orangé, le Rouge. Mais le Violet étant mêlé avec la Lumière blanche des Nuées, paroîtra à cause de ce mélange, foible & tirant sur le Pourpre.

De

De plus, l'Angle SGO étant égal à l'Angle POG , ou étant de 50 degr. 51', fera le plus petit Angle où les Rayons les moins refrangibles puissent sortir des Gouttes après deux Reflexions; & par conséquent les Rayons les moins refrangibles viendront à l'œil en plus grande quantité, des Gouttes qui se trouvent sur la Ligne OG , & feront sentir le Rouge le plus foncé dans cet endroit. Et l'Angle SHO étant égal à l'Angle POH , ou étant de 54 degr. 7', fera le plus petit Angle où les Rayons les plus refrangibles puissent sortir des Gouttes après deux Reflexions; & par conséquent, ces Rayons viendront à l'œil en plus grande quantité, des Gouttes qui se trouvent sur la Ligne OH , & feront sentir le Violet le plus foncé dans cet endroit. Enfin par la même raison, les Gouttes qui sont entre G & H exciteront le sentiment des Couleurs intermediates selon l'ordre qu'exigent leurs degrez de refrangibilité, c'est à dire qu'avancat de G en H , ou de la partie interieure de l'Arc-en-ciel à l'exterieure, les Couleurs paroîtront dans cet ordre, Rouge, Orangé, Jaune, Vert, Bleu, Indigo, Violet. Et comme ces quatre Lignes OE , OF , OG , OH , peuvent être situées

indifféremment en quelque endroit que ce soit de la Surface conique mentionnée ci-dessus, ce qui vient d'être dit des Gouttes & des Couleurs qui sont sur ces Lignes, doit être appliqué aux Gouttes & aux Couleurs qui sont en tout autre endroit de ces Surfaces.

C'est ainsi que seront formez deux Arcs colorez, l'un interieur & composé des plus vives Couleurs, par une seule Reflexion dans les Gouttes; & un extérieur & composé de Couleurs plus foibles, par deux Reflexions; car la Lumière s'affoiblit à chaque Reflexion. Et les Couleurs de ces deux Arcs seront dans un ordre opposé, l'une à l'égard de l'autre, le Rouge des deux Arcs paroissant sur les bords de l'Espace GF qui est entre ces deux Arcs. La largeur de l'Arc interieur EOF mesurée à travers les Couleurs, sera d'un degré, 45 minutes; & la largeur de l'extérieur GOH , de 3 degr. 10': & la distance entre les deux Arcs GOF sera de 8 degr. 55'; le plus grand demi-diametre de l'Arc interieur, c'est à dire, l'Angle POF , étant de 42 degr. 2'; & le plus petit demi-diametre de l'Arc extérieur POG , de 50 degr. 57'. Voilà quelles seroient les mesures de ces Arcs, si le Soleil n'étoit qu'un Point:

mais

mais en vertu de la largeur de son Globe, la largeur des Arcs augmentera; & leur distance reciproque diminuera de la moitié d'un degré. Ainsi la largeur de l'Iris interieur sera de 2 degr. 15', celle de l'exterieur, de 3 degr. 40'; leur distance reciproque, de 8 degr. 25'; le plus grand demi-diametre de l'Iris interieur, de 42 degr. 17'; & le plus petit de l'exterieur, de 50 degr. 42'. Telles se trouvent en effet les dimensions des Iris dans le Ciel, à peu de chose près, lorsque leurs Couleurs paroissent les plus vives & les mieux marquées. Car un jour ayant mesuré un Arc-en-ciel par le moyen des Instrumens que j'avois alors, je trouvai que le plus grand demi-diametre de l'Iris interieur étoit d'environ 42 degrez, & que la largeur du Rouge, du Jaune & du Vert de cet Iris étoit d'environ 63' ou 64', outre trois ou quatre minutes qu'on pouvoit ajoûter en consideration du Rouge exterieur qui étoit affoibli & obscurci par l'éclat des Nuées d'alentour. La largeur du Bleu avoit de plus 40 minutes, sans compter le Violet qui étoit si fort obscurci que je ne pus point en mesurer la largeur. Mais supposé que la largeur du Bleu & du Violet pris ensemble fut égale à celle

du Rouge, du Jaune & du Vert pris ensemble, toute la largeur de cet Iris intérieur devoit être d'environ 2 degrez & $\frac{1}{4}$, comme ci-dessus. La plus petite distance entre cet Iris & l'Iris extérieur étoit d'environ 8 degrez, 30 minutes. L'Iris extérieur étoit plus large que l'intérieur, mais la teinture en étoit si foible, sur tout du Côté bleu, qu'il ne me fut pas possible d'en mesurer la largeur distinctement. Une autre fois que les deux Arcs paroissoient plus distincts, je trouvais que la largeur de l'Iris intérieur étoit de 2 degr. 10', & que dans l'extérieur la largeur du Rouge, du Jaune & du Vert étoit à la largeur des mêmes Couleurs dans l'Iris intérieur, comme 3 à 2.

Cette Explication de l'Arc-en-ciel est encore confirmée par une Experience connue qui a été faite par *Antoine de Dominis*, & par *Des-Cartes*. Elle consiste à suspendre une Boule de verre pleine d'eau en quelque endroit où elle soit exposée au Soleil, & d'y jetter les yeux en se plaçant de telle manière que les Rayons qui viennent de la Boule à l'œil puissent faire avec les Rayons du Soleil un Angle de 42 ou de 50 degrez. Car si l'Angle est d'environ 42 ou 43 degrez, le Spectateur (supposé en O.) verra un
Rou-

Rouge fort vif sur le côté de la Boule opposé au Soleil, comme cela est représenté en *F*; & si cet Angle devient plus petit, (supposez en faisant descendre la Boule jusqu'en *E*) d'autres Couleurs paroîtront successivement sur le même côté de la Boule, savoir le Jaune, le Vert, & le Bleu. Mais si l'on fait l'Angle d'environ 50 degrés (supposez en haussant la Boule jusqu'en *G*) il paroîtra du Rouge sur le côté de la Boule opposé au Soleil; & si l'on fait l'Angle encore plus grand (supposez en haussant la Boule jusqu'en *H*) le Rouge se changera successivement aux autres Couleurs, le Jaune, le Vert, & le Bleu. J'ai éprouvé la même chose sans faire changer de place à la Boule, en haussant ou baissant l'œil, ou en le mouvant autrement pour donner à l'Angle une grandeur convenable.

On m'a assuré, que, si la Lumière d'une chandelle est rompuë par un Prisme vers l'œil, le Spectateur voit du Rouge dans le Prisme, lorsque le Bleu tombe sur l'œil; & que lorsque le Rouge tombe sur l'œil, il voit du Bleu dans le Prisme. Si cela étoit certain, les Couleurs de la Boule de Verre, & de l'Ar-en-ciel devroient paroître dans un
or-

ordre tout contraire à celui où nous les voyons. Mais les Couleurs de la Chandelle étant très-foibles, la méprise vient apparemment de la difficulté qu'il y a à discerner quelles couleurs tombent sur l'œil. Car au contraire en regardant la Lumière du Soleil rompuë par un Prisme, j'ai eû souvent occasion de remarquer, que le Spectateur voit toujours dans le Prisme la Couleur dont il a l'œil actuellement frappé. Et j'ai éprouvé la même chose à la Lumière de la chandelle : car lorsqu'on détourne lentement le Prisme, de la Ligne qui va directement de la Chandelle à l'œil, on voit premièrement du Rouge dans le Prisme, & ensuite du Bleu ; & par conséquent chacune de ces Couleurs est vuë dans le temps qu'elle tombe sur l'œil, car le Rouge passe le premier par dessus l'œil, & puis le Bleu.

La Lumière qui vient à travers les Gouttes de pluie par deux Refractions sans aucune Reflexion, doit paroître dans sa plus grande force, à la distance d'environ 26 degrez du Soleil, & après cela, s'affoiblir par degrez des deux côtez, à mesure que cette distance augmente ou diminue. Il en est de même de la Lumière qui passe au travers des grains de Grê-

Grêle sphériques. Mais si la Grêle est un peu aplatie, comme elle l'est souvent, la Lumière qui passe à travers, peut devenir si forte à un peu moins de distance que de 26 degrés, qu'elle formera un Halo ou une Couronne autour du Soleil, ou de la Lune; & cette Couronne pourra être colorée durant tout le temps que les grains de Grêle seront dûment figurez, auquel cas elle doit être Rouge en dedans par le moyen des Rayons les moins refrangibles, & Bleuë en dehors par le moyen des plus refrangibles, sur tout si dans le centre des grains de Grêle il se trouve des globules opaques de Neige, qui interceptent la Lumière au dedans de la Couronne, (comme l'a observé M. *Huygens*) & qui fassent que l'interieur en soit terminé plus distinctement qu'il n'auroit été sans cela. Car ces sortes de grains de Grêle, quoi que sphériques, terminant la Lumière par la Neige renfermée dans leur centre, peuvent faire par là une Couronne Rouge en dedans, sans Couleur au dehors, & plus sombre dans sa partie Rouge qu'en dehors, comme les Couronnes sont ordinairement. Car parmi les Rayons qui passent tout auprès de la Neige, les Rouges seront les moins rompus,

&

& par conséquent viendront à l'œil par les Lignes les plus directes.

La Lumière qui passe au travers d'une Goutte de pluye après deux Refractions, & trois ou quatre Reflexions, est à peine assez forte pour produire un Arc sensible: mais peut-être pourra-t-elle se faire sentir dans ces Cylindres de glace par le moyen desquels M. *Huygens* nous a expliqué les Parhelies.



DIXIEME PROPOSITION: Probleme V.

Par les Proprietez de la Lumière déjà découvertes expliquer les Couleurs permanentes des Corps Naturels.

CES Couleurs proviennent de ce que parmi les Corps Naturels les uns réfléchissent certaines espèces de Rayons, les autres certaines autres espèces, en plus grande abondance qu'aucune autre. Le *Vermillon* réfléchit en plus grande abondance les Rayons les moins refrangibles, ou producteurs du Rouge; & dès-là il paroît rouge. Les *Violettes*

reflechissent en plus grande abondance les Rayons les plus refrangibles; & c'est de là que vient leur couleur. Il en est de même des autres Corps, car chaque Corps reflechit les Rayons de sa propre couleur en plus grande quantité qu'aucune autre espèce, & tire sa couleur de l'excès & de la prédominance de ces Rayons dans la Lumière reflechie.

XVII. EXPERIENCE : Car si l'on met des Corps de différentes Couleurs dans des *Lumières homogenes*, produites par la solution du Probleme qui a été proposé dans la QUATRIEME PROPOSITION de la *Prémiere Partie*, on trouvera, comme j'ai fait, que chaque Corps paroît plus brillant & plus lumineux dans la Lumière de sa propre Couleur. Le *Cinabre* ou *Vermillon* n'est jamais plus éclatant, que lorsqu'il est couvert d'un Rouge homogene : mais exposé à une Lumière verte, il est visiblement moins brillant ; & encore moins, s'il est exposé à une Lumière bleue. L'*Indigo* est le plus éclatant dans un Violet bleu ; & son éclat diminue par degrés à mesure qu'on l'en éloigne peu à peu en le faisant passer du Vert & du Jaune au Rouge. D'abord un *Porreau* reflechit plus vivement le Vert,

&

& puis le Bleu & le Jaune qui composent le Vert, qu'il ne réfléchit les autres Couleurs, le Rouge & le Violet. Il en est de même des autres Corps. Mais pour rendre ces Experiences plus sensibles, il faut choisir les Corps qui ont les Couleurs les plus fortes & les plus vives, & comparer ensemble deux de ces Corps de différente Couleur. Ainsi, par exemple, si l'on expose ensemble à une Lumière Rouge homogène le *Cinabre* & l'*Outremer*, ou quelque autre Bleu éclatant, ils paroîtront Rouges tous deux, mais le *Cinabre* paroîtra d'un Rouge fort lumineux & fort éclatant; & l'*Outremer* d'un Rouge foible, sombre, & obscur. Que si on les expose ensemble à une Lumière Bleue homogène, ils paroîtront bleus tous deux, mais l'*Outremer* paroîtra d'un Bleu extrêmement lumineux & éclatant; & le *Cinabre* au contraire d'un Bleu foible & obscur. Ce qui montre évidemment que le *Cinabre* réfléchit la Lumière Rouge en plus grande abondance que ne fait l'*Outremer*; & que l'*Outremer* réfléchit la Lumière Bleue en plus grande abondance que ne fait le *Cinabre*. La même Experience réussit avec la Mine de plomb rouge & l'*Indi-*
di-

digo, ou avec deux autres Corps colorez quels qu'ils soient, si l'on fait les compensations requises pour la difference vivacité ou foiblesse de leurs couleurs.

Et comme ces Experiences font voir clairement quelle est la cause des Couleurs des Corps Naturels, la même chose est encore confirmée, & verifiée incontestablement par les deux Experiences de la *Prémiere Partie*, par lesquelles il a été démontré sur des Corps Naturels, que les *Rayons de Lumière qui diffèrent en Couleur, diffèrent aussi en degré de refrangibilité*. Car il s'ensuit certainement de là, que quelques Corps réfléchissent en plus grande abondance les Rayons qui sont les plus refrangibles, & d'autres, ceux qui le sont le moins.

Or que ce soit là non seulement la véritable, mais même l'unique raison de ces Couleurs, c'est ce qui peut encore être démontré par cette considération, que la Couleur d'une Lumière homogène ne sauroit être changée par la Reflexion des Corps naturels. Car si les Corps ne peuvent par Reflexion changer le moins du monde la Couleur d'aucune espece de Rayons, ces Corps
ne

mêlez ensemble , l'excès des Rayons Jaunes , des Rayons Verts & des Rayons Bleus dans cette Lumière verte qui tombe sur la Mine de plomb rouge , fera que ces Rayons seront en si grande abondance dans la Lumière , reflechie par ce Mineral , qu'ils en feront paroître le Rouge d'une Couleur approchante de la leur. Et parce que la Mine de plomb rouge reflechit les Rayons Rouges en plus grande abondance à proportion de leur nombre , & ensuite les Rayons qui produisent l'Orangé & ceux qui produisent le Jaune, ces Rayons seront dans la Lumière reflechie en plus grand nombre à proportion de toute la Lumière, qu'ils n'étoient dans le Vert incident ; & par conséquent ils feront passer la Lumière reflechie du Vert à une Couleur approchante de la leur ; de sorte que la Mine de plomb rouge ne paroîtra ni Rouge ni Verte, mais d'une Couleur entre le Rouge & le Vert.

A l'égard des Liqueurs de Couleur transparente, il est à remarquer que leur Couleur varie en même temps que leur épaisseur. Ainsi par exemple, une Liqueur rouge dans un Verre de figure conique, qu'on tient entre la Lumière & l'œil , paroît dans le fond du Verre où

où elle est claire , d'un Jaune pâle & déteint ; un peu plus haut où la liqueur est plus épaisse , elle prend une Couleur d'Orangé ; dans l'endroit où elle est encore plus épaisse , elle devient Rouge , & où elle l'est au plus haut point, ce Rouge devient foncé & plus obscur. Car il faut compter qu'une telle Liqueur arrête fort aisément les Rayons qui produisent l'Indigo & le Violet ; plus difficilement encore ceux qui font le Vert , & encore plus difficilement ceux qui font le Rouge ; & que si l'épaisseur de la Liqueur est seulement au point qu'il faut pour pouvoir arrêter un nombre suffisant de Rayons producteurs du Violet & de l'Indigo , sans diminuer beaucoup le nombre des autres Rayons , le reste doit composer un Jaune-pâle, suivant la VI^{me}. PROPOSITION de la 2^{de}. *Partie*. Mais si la Liqueur est si épaisse qu'elle arrête aussi un grand nombre de Rayons Bleus, & quelques-uns de ceux qui produisent le Vert , le reste doit composer un Orangé ; & où elle est si épaisse qu'elle arrête aussi un grand nombre de Rayons Verts & un nombre considerable de Jaunes, le reste doit commencer à composer du Rouge ; & ce Rouge doit devenir plus foncé & plus

plus obscur à mesure que la liqueur devenant plus épaisse, arrête, à proportion de son épaisseur, les Rayons Jaunes, & ceux qui produisent l'Orangé, de sorte qu'excepté les Rayons Rouges, il y en a peu qui puissent passer à travers.

De ce genre est l'Experience qui m'a été communiquée depuis peu par Mr. le Docteur *Halley*, qui plongeant dans la Mer, renfermé dans un Vase destiné à cet usage, un jour qu'il faisoit un fort beau Soleil, trouva qu'après avoir été enfoncé plusieurs brasses dans l'Eau, la partie supérieure de sa main sur laquelle le Soleil donnoit directement au travers de l'Eau & d'une petite Fenêtre de verre enchassée dans le Vase, paroissoit d'un Rouge semblable à celui d'une Rose de Damas; & que l'Eau d'au dessous & la partie inférieure de sa main illuminée par la Lumière réfléchie de l'Eau d'en bas, paroissoient vertes. On peut conclure de là, que l'Eau de la Mer réfléchit fort facilement les Rayons Violets, & Bleus; mais qu'elle laisse passer les Rouges fort librement & abondamment, jusqu'à une très-grande profondeur. Car par cela même que le Rouge domine dans les plus grandes profondeurs de l'Eau, la Lumière directe du Soleil y doit

- paroître rouge; & à mesure que la profondeur est plus grande, ce Rouge doit être plus plein & plus foncé. Et à telles profondeurs où les Rayons Violets ne peuvent guere pénétrer, les Rayons Bleus, les Verts, & les Jaunes étant réfléchis d'en bas en plus grande abondance que les Rouges, doivent composer du Vert.

Si l'on prend deux Liqueurs de Couleurs bien marquées, l'une Rouge par exemple & l'autre Bleuë, & que ces deux Liqueurs soient autant épaissies qu'il faut pour que leurs Couleurs soient suffisamment foncées, quoique chacune prise à part soit assez transparente, on ne pourra pourtant pas voir à travers, lorsqu'elles seront mêlées ensemble. Car s'il ne passe que des Rayons Rouges au travers de l'une des Liqueurs, & que des Rayons Bleus au travers de l'autre, nuls Rayons ne pourront passer à travers les deux Liqueurs mêlées ensemble. C'est ce que *M. Hook* éprouva par hazard avec des Coins de Verre remplis de deux Liqueurs, l'une Rouge & l'autre Bleuë. Il fut surpris de l'événement auquel il ne s'attendoit point, la raison en étant alors inconnuë, ce qui fait que j'ajoute d'autant plus de foi à cette Expérience, quoique je ne l'aie pas faite moi-même. Mais
qui-

quiconque voudra la refaire, doit avoir soin que les Couleurs des Liqueurs qu'il y emploiera, soient fortes & bien chargées.

Puis donc que les Corps deviennent colorez en reflechissant ou en laissant passer telle ou telle espèce de Rayons en plus grande abondance que le reste, il faut imaginer qu'ils arrêtent & éteignent les Rayons qu'ils ne reflechissent ni ne laissent point passer. Car si vous tenez entre votre Oeuil & la Lumière, de l'Or réduit en feuilles, la Lumière vous paroîtra d'un Bleu verdâtre; & par conséquent, l'Or en masse laisse entrer dans son Corps les Rayons producteurs du Bleu, pour y être reflechis çà & là, jusqu'à ce qu'ils soient interceptez & éteints, tandis qu'il reflechit en dehors les Rayons Jaunes, ce qui le fait paroître Jaune. Et de même, à peu près, qu'une feuille d'Or est Jaune par une Lumière reflechie, & Bleuë par une Lumière transmise, & que l'Or en masse est Jaune en quelque position que soit l'Oeuil, de même il y a certaines Liqueurs, (comme la teinture du Bois *Nephretique*) & certaines espèces de Verres, qui laissent passer une sorte de Lumière en plus grande abondance; & en reflechissent une autre, & qui par cela

244 *Traité d'Optique, sur la Lumière*

même paroissent de différentes Couleurs, suivant différentes positions de l'Oeil par rapport à la Lumière. Mais si ces Liqueurs étoient si épaisses, ou ces Verres si massifs qu'aucune Lumière ne pût passer à travers, je ne doute point, (quoi que je n'en aye pas encore fait l'expérience) que ces Liqueurs & ces Verres ne parussent, comme tout autre Corps opaque, d'une seule & même Couleur, dans toutes les positions de l'Oeil. Car autant que j'en puis juger par mes observations, on peut voir au travers de tous les Corps colorez, si on les rend assez minces; & par conséquent ils sont tous transparens jusqu'à un certain point, & ne diffèrent qu'en degré de transparence, des Liqueurs transparentes & colorées; puisqu'une épaisseur suffisante rend ces Liqueurs tout aussi opaques que ces Corps-là. Un Corps que la Lumière transmise fait paroître d'une certaine Couleur, peut aussi paroître de la même Couleur par le moyen de la Lumière réfléchie, si la Lumière de cette Couleur est réfléchie par la dernière surface du Corps, ou par l'Air qui est au delà. Mais la Lumière réfléchie diminuera, & peut-être s'évanouira
tout-

tout-à-fait si vous augmentez considérablement l'épaisseur du Corps, & que vous l'enduisiez de poix par derrière pour diminuer la reflexion de sa dernière surface, en sorte que la Lumière réfléchie par les particules colorées du Corps même puisse prendre le dessus. Dans ces cas-là il se trouvera fort souvent que la Couleur de la Lumière réfléchie différera de la Couleur de la Lumière transmise. Mais d'où vient que les Liqueurs, & les Corps teints de quelque Couleur réfléchissent certaines espèces de Rayons, & en admettent, ou laissent passer d'autres ? C'est ce que j'expliquerai dans le Livre suivant. Il me suffit d'avoir prouvé incontestablement dans cette PROPOSITION, que les Corps ont effectivement de telles propriétés ; & que c'est pour cela qu'ils paroissent colorer.





ONZIEME PROPOSITION. Probleme VI.

En mêlant ensemble des Rayons colorez composer un Trait de Lumière de la même Couleur & nature qu'un Trait de Lumière directe du Soleil; & faire dans ce Trait de Lumière des épreuves de la verité des PROPOSITIONS précédentes.

SOIT *ABCabc** un Prisme par lequel la Lumière du Soleil introduite dans une Chambre obscure au travers du Trou *F*, soit rompuë vers la Lentille *MN*, & y peigne dessus, en *p, q, r, s, & t*, les Couleurs ordinaires, le Violet, le Bleu, le Vert, le Jaune, & le Rouge. Que ces Rayons divergens soient réunis de nouveau en *X* par la Refraction de cette Lentille, & qu'ils y composent du Blanc par le mélange de toutes leurs Couleurs, de la manière qu'on l'a montré ci-dessus. Après cela, soit *DEGdeg* un autre Prisme, parallele au précédent,

placé

placé en *X* pour rompre cette Lumière blanche en haut vers *Y*. Soient les Angles refringens des Prismes, égaux, & à une égale distance de la Lentille, de sorte que les Rayons, qui de la Lentille s'étoient réunis en *X*, & qui sans une nouvelle Refraction, se seroient croisez là, & auroient encore divergé, puissent par la Refraction du second Prisme, devenir paralleles sans plus diverger. Car alors ces Rayons composeront encore un Trait de Lumière Blanche *XY*. Si l'Angle refringent de l'un des Prismes est plus grand que l'Angle refringent de l'autre Prisme, il faut que ce Prisme-là soit d'autant plus près de la Lentille. Vous connoîtrez quand c'est que les Prismes & la Lentille sont dans une juste position entr'eux, en observant si le Trait de Lumière *XY* qui sort du second Prisme, est parfaitement Blanc jusques dans ses bords; & si à toutes ses distances du Prisme il continuë d'être parfaitement & totalement Blanc, comme un Trait de Lumière qui vient directement du Soleil. Car jusqu'à ce que cela soit ainsi, la position reciproque des Prismes & de la Lentille doit être redressée; après quoi, si par le moyen d'une longue poutre, telle qu'elle est représentée dans la Figure, ou par

le moyen d'un Tube, ou de quelque autre pareil Instrument fait pour cela, les Prismes & la Lentille sont fixez dans cette situation, l'on peut éprouver sur ce Trait de Lumière *XY* toutes les mêmes Experiences qui ont été faites sur la Lumière directe du Soleil, ce Trait composé ayant la même apparence & toutes les mêmes propriétés qu'un Trait direct de Lumière Solaire, autant que j'en puis juger par mes propres observations. Or si l'on fait des Experiences sur ce Trait-là, on peut voir, en interceptant à la Lentille quelque-une des Couleurs *p, q, r, s, & t*, comment les Couleurs produites dans ces sortes d'Experiences ne sont autre chose que les Couleurs que les Rayons avoient à la Lentille avant que de se réunir pour composer ce Trait; & que par conséquent elles ne proviennent d'aucunes nouvelles modifications de la Lumière qui lui soient communiquées par Réfraction & par Reflexion, mais de diverses séparations & de divers mélanges des Rayons qui ont originairement leurs qualités colorifiques.

Ainsi, par exemple, après avoir formé un pareil Trait de Lumière composée, avec une Lentille de 4 pouces & $\frac{1}{4}$ de largeur, & avec deux Prismes placez des deux

deux côtez à six piés & $\frac{1}{4}$ de distance de la Lentille, me proposant d'examiner la cause des Couleurs produites par le Prisme, je commençai par rompre ce Trait de Lumière composée XY par un autre Prisme $HIKkb$; je fis tomber par ce moyen-là les Couleurs Prismatiques $PQRST$ sur le Papier LV placé derrière ce Prisme. Et alors interceptant, à la Lentille, une des Couleurs p, q, r, s, t , je trouvai que cette même Couleur dispa-roissoit sur le Papier LV . Ainsi si le Pourpre p étoit intercepté à la Lentille, le Pourpre P sur le Papier s'évanouissoit aussitôt, les autres Couleurs restant les mêmes sans recevoir la moindre alteration, excepté peut-être le Bleu, qui recevoit tout le changement que pouvoit lui causer la separation de quelque peu de Pourpre qui étant caché dans sa substance à la Lentille, en avoit été séparé par les Refractions suivantes. De même, si j'interceptois le Vert sur la Lentille, le Vert R sur le Papier s'évanouissoit, & ainsi du reste: ce qui montre évidemment, que comme le Trait de Lumière Blanc XY étoit composé de différentes Lumières, diversement colorées à la Lentille, de même les Couleurs qui dans la suite en proviennent par de nou-

velles Refractions, ne sont autre chose que les mêmes Couleurs dont sa blancheur étoit composée. La Refraction du Prisme *HIKkb* produit les Couleurs *PQ RST* sur le Papier, non en changeant les qualitez colorifiques des Rayons, mais en séparant les Rayons qui avoient absolument les mêmes qualitez colorifiques avant que d'entrer dans la composition du Trait rompu de Lumière Blanche *XY*: Car autrement les Rayons qui étoient d'une certaine couleur à la Lentille, pourroient être d'une autre couleur sur le Papier, contre ce que nous montre l'Experience.

De plus, pour voir la cause des Couleurs des Corps naturels, ayant exposé quelques-uns de ces Corps au Trait de Lumière *XY*, je trouvai qu'ils y paroissent tous des mêmes Couleurs qu'ils ont en plein jour; & que ces Couleurs dépendent des Rayons qui avoient les mêmes Couleurs sur la Lentille avant que d'entrer dans la composition de ce Trait de Lumière. Ainsi, par exemple, le Cinabre illuminé par ce Trait, paroît du même Rouge qu'en plein jour: & si vous interceptez à la Lentille les Rayons Verts, & les Bleus, sa rougeur en fera plus forte & plus vive. Mais si vous

y interceptez les Rayons Rouges, le Cinabre ne paroîtra plus rouge, mais deviendra Jaune ou Vert, ou de quelque autre Couleur, selon qu'il sera illuminé de telles ou telles espèces de Rayons que vous n'aurez pas interceptées. Ainsi, l'Or exposé à ce Trait *XY* paroît du même Jaune qu'en plein jour, mais si l'on intercepte à la Lentille une quantité convenable de Rayons Jaunes, l'Or paroîtra blanc comme l'Argent, (ainsi que je l'ai éprouvé) ce qui montre que sa Couleur jaune provient de l'excès de ces Rayons interceptez qui, lorsqu'on les laisse passer, teignent cette Blancher de leur propre Couleur. De même, l'infusion du *Bois Nephretique* (c'est encore ee que j'ai éprouvé moi-même) étant éclairée par le Trait de Lumière *XY*, paroît Bleuë, en vertu de la partie réfléchie de la Lumière, & Rouge, en vertu de sa partie transmise, comme lorsqu'on la regarde en plein jour. Mais si vous interceptez le Bleu à la Lentille, l'infusion perd aussitôt sa Couleur Bleuë réfléchie, dans le temps que son Rouge transmis conserve toute sa perfection, & devient plus fort & plus foncé par l'éloignement de quelques Rayons Bleus dont il étoit chargé. Et au contraire,

si l'on intercepte à la Lentille les Rayons Rouges & ceux qui produisent l'Orangé, l'Infusion perdra son Rouge transmis, tandis que son Bleu restera, & deviendra plus plein & plus parfait. On voit par là, que cette Infusion ne teint point les Rayons en Bleu & en Rouge, mais seulement qu'elle laisse passer en plus grande abondance les Rayons qui étoient Rouges auparavant; & qu'elle réfléchit en plus grande abondance ceux qui auparavant étoient Bleus. On pourra examiner de la même manière les raisons de tout autre Phenomene, en faisant les Experiences dans ce Trait artificiel de Lumière XX.

FIN *de la seconde Partie du*
PREMIER LIVRE.



TRAITE D'OPTIQUE,

Sur la Lumière & les Couleurs.

LIVRE SECOND.

PREMIERE PARTIE.

Observations concernant les Reflexions , les Refractions , & les Couleurs des Corps minces transparents.



AUTRES ont déjà observé que lorsque les Corps Transparens, comme le Verre, l'Eau, l'Air, &c. sont rendus fort minces, soit qu'en soufflant on les forme en bouteille.

teilles, ou que de quelque autre manière on les étende en lames, ils produisent différentes Couleurs selon la différence de leur ténuité, quoi que plus épais ils paroissent plus clairs & sans couleur. J'ai évité dans le Livre précédent de traiter de ces Couleurs, parce que la discussion m'en paroissoit plus difficile, & qu'elle n'étoit nullement nécessaire pour établir les propriétés de la Lumière que j'y devois examiner. Mais comme ces Couleurs peuvent contribuer à de nouvelles Découvertes qui tendent à perfectionner la Théorie de la Lumière, surtout par rapport à la constitution des parties des Corps naturels d'où dépendent leurs Couleurs ou leur transparence, je vais vous en rendre compte ici. Et pour le faire d'une manière courte & distincte, je décrirai premièrement mes principales Observations, & j'examinerai ensuite les conséquences & l'usage qu'on en peut tirer.

PREMIÈRE OBSERVATION.

Ayant pressé ou joint étroitement ensemble deux Prismes, en sorte que leurs côtes (qui par hazard étoient très-peu convexes) pussent se toucher l'un l'autre, j'aperçus que l'endroit par où ils se touchoient, devenoit tout-à-fait transparent

com-

comme s'ils n'eussent été, dans cet endroit-là, qu'une seule pièce de verre. Car la Lumière tombant si obliquement sur l'Air qui se trouvoit ailleurs entre les deux Prismes, qu'elle étoit totalement réfléchie, il sembloit que dans cet endroit du contact elle passoit toute à travers, de sorte qu'en regardant cet endroit-là l'on y voyoit comme une tache noire ou obscure, parce qu'il n'y avoit que peu ou point de Lumière sensible qui fut réfléchie de là, comme elle l'étoit des autres endroits; & lorsqu'on regardoit à travers ce même endroit, il paroissoit, pour ainsi dire, comme un Trou dans cet Air qui par cela même qu'il étoit comprimé entre les deux Verres, avoit la forme d'une lame très-mince. Au travers de ce Trou l'on pouvoit voir distinctement les Objets placez au delà, qu'on ne pouvoit voir en aucune manière à travers les autres parties des verres où il y avoit de l'air entredeux. Quoi que les Verres fussent un peu convexes, cette tache transparente étoit pourtant considérablement large; & sa largeur sembloit provenir surtout de ce que les parties des Verres mutuellement pressées étoient reduites par cette pression à ceder en dedans. Car en pressant
for-

fortement les deux Verres l'un contre l'autre, la tache devenoit beaucoup plus large qu'auparavant.

SECONDE OBSERVATION. Lorsqu'en tournant les Prismes autour de leur Axe commun, la lame d'air se trouva si peu inclinée aux Rayons incidens que quelques-uns commencerent à passer à travers, il s'éleva sur cette lame plusieurs Arcs deliez de différentes Couleurs, lesquels parurent d'abord, à peu près, en forme de Conchoïde, comme vous les voyez dessinez dans la Première Figure. En continuant le mouvement des Prismes, ces Arcs alloient en augmentant & se recourboient de plus en plus autour de la Tache transparente, jusqu'à ce qu'ils se formerent en Cercles ou anneaux qui entouroient cette Tache; après quoi commençant à se resserrer, ils devinrent toujours plus petits.

Lorsque ces Arcs commencerent à paroître, ils étoient Violets & Bleus, mais il y avoit entredeux des Arcs de Cercle Blancs qui par la continuation du mouvement des Prismes, furent d'abord un peu teints, dans leurs bords intérieurs, de Rouge & de Jaune, leurs bords extérieurs étant comme frangez de Bleu: de sorte que ces Couleurs, à compter de-

depuis la Tache obscure centrale, se trouvoient alors dans cet ordre, Blanc, Bleu, Violet; Noir, Rouge, Orangé, Jaune; Blanc, Bleu, Violet, &c. Mais le Jaune & le Rouge étoient beaucoup plus foibles que le Bleu & le Violet.

Le mouvement des Prismes autour de leur Axe étant continué, ces Couleurs se retrecissoient de plus en plus, en approchant du Blanc des deux côtez jusqu'à ce qu'elles'y perdirent entièrement. Après quoi les Cercles parurent dans ces endroits-là, Noirs & Blancs, sans mélange d'aucune autre Couleur. Mais en tournant davantage les Prismes, les Couleurs ressortirent d'entre le Blanc; le Violet & le Bleu par le bord interieur, & le Rouge & le Jaune par le bord extérieur. De sorte que dans ce dernier cas, à compter les Couleurs depuis la Tache centrale, elles étoient dans cet ordre, Blanc, Jaune, Rouge; Noir; Violet, Bleu, Blanc, Jaune, Rouge, c'est à dire dans un ordre tout contraire à celui d'auparavant.

TROISIEME OBSERVATION.
Lorsque les Anneaux ou quelques-unes de leurs parties ne paroissoient que noirs & blancs, ils étoient très-distincts, & fort bien terminez; & le Noir
en

en paroissoit aussi foncé que celui de la Tache centrale. De même, dans les bords des Anneaux, où les Couleurs commençoient à sortir hors du Blanc, elles étoient assez distinctes, & par cela même il y en avoit un grand nombre de visibles. J'en ai compté quelquefois jusqu'à trente successions (comptant chaque Anneau Noir & Blanc pour une succession) & j'en ai vû beaucoup plus que je ne pouvois pas compter à cause de leur petitesse. Mais les Prismes mis dans d'autres positions où les Anneaux paroissoient de différentes Couleurs, je ne pus distinguer qu'environ huit ou neuf Anneaux de cette espèce; & les extérieurs en étoient fort confus, & teints de Couleurs pâles & fort foibles.

Dans ces deux Observations je trouvois que pour voir les Anneaux distincts, & teints seulement de Noir & de Blanc, je devois nécessairement tenir l'œil à une bonne distance des Anneaux. Car lorsque j'en approchois davantage, quoique mon œil fût également incliné au Plan des Anneaux, il sortoit du Blanc une Couleur bleuâtre qui se repandant de plus en plus dans le Noir, rendoit les Cercles moins distincts, & laissoit le Blanc un peu teint de Rouge & de Jaune.

ne. Je trouvai aussi qu'en regardant au travers d'une fente, ou d'un trou oblong plus étroit que la pupille de mon œil, & que je tenois fort près de l'œil & parallèle aux Prismes, je pouvois voir les Cercles plus distincts, & en beaucoup plus grand nombre qu'autrement.

IV. OBSERVATION. Pour pouvoir observer plus exactement l'ordre des Couleurs, qui sortoient des Cercles Blancs à mesure que les Rayons étoient moins inclinez à la lame d'Air, je pris deux Verres objectifs, l'un Plan-convexe propre à un Telescope de 14 piés, & l'autre un grand Verre, convexe des deux côtez, propre à un Telescope d'environ 50 piés; & sur ce dernier appliquant l'autre par son côté plan, je les pressai doucement l'un contre l'autre pour donner lieu aux Couleurs de paroître successivement au milieu des Cercles: après quoi je levai doucement le Verre supérieur de dessus l'inférieur pour faire que ces Couleurs disparussent successivement au même endroit. La Couleur qui, par la pression des deux Verres, paroissoit la dernière au milieu des autres Couleurs, ressembloit dans le commencement de son apparition, à un Cercle d'une Couleur presque uniforme de-

depuis sa circonference au centre; & en pressant encore davantage les Verres, cette Couleur s'élargissoit toujours plus, jusqu'à ce qu'une nouvelle Couleur sortît de son Centre; & par là elle se changeoit en un Anneau qui entouroit cette nouvelle Couleur. Et si l'on pressoit encore plus les Verres, le Diametre de cet Anneau augmentoit, & la largeur de son Orbite ou Perimetre diminuoit jusqu'à ce qu'une nouvelle Couleur vînt à paroître dans le centre de la dernière; & ainsi de suite, jusqu'à ce qu'une troisieme Couleur, une quatrieme, une cinquieme, & d'autres nouvelles Couleurs vinsent à paroître là successivement, & se changer en Anneaux environnans la Couleur interieure, desquels le dernier étoit la Tache Noire. Au contraire en retirant le Verre superieur de dessus l'inférieur, le Diametre des Anneaux diminuoit, & la largeur de leur Orbite augmentoit jusqu'à ce que leurs Couleurs parvenoient successivement au centre. Comme elles étoient alors d'une largeur considerable, j'en pouvois appercevoir & distinguer les espèces avec plus de facilité qu'auparavant. Et par ce moyen j'observai que leur succession & leur qualité étoient telles qu'on va voir.

A-

Après la Tache centrale transparente, formée par le contact des Verres, venoit le Bleu, le Blanc, le Jaune, & le Rouge. Le Bleu étoit en si petite quantité, que je ne pouvois pas le discerner dans les Cercles faits par les Prismes ; & je ne pus pas non plus y bien distinguer aucun Violet. Mais le Jaune & le Rouge étoient assez abondans ; & ils occupoient à peu près autant de place que le Blanc, & quatre ou cinq fois plus que le Bleu. La suite des Couleurs dont ces Cercles étoient entourez immédiatement après, c'étoit le Violet, le Bleu, le Vert, le Jaune, & le Rouge, toutes Couleurs abondantes & vives, excepté le Vert qui étoit en fort petite quantité, & paroissoit beaucoup plus pâle & plus foible que le reste. Le Violet occupoit moins de place qu'aucune des autres quatre Couleurs ; & le Bleu moins que le Jaune ou le Rouge. La troisième suite de Couleurs étoit le Pourpre, le Bleu, le Vert, le Jaune & le Rouge : & ici le Pourpre sembloit plus rougeâtre que le Violet de la *Suite* précédente ; & le Vert brilloit beaucoup plus, étant aussi vif & en aussi grande quantité qu'aucune des autres Couleurs, excepté le Jaune : mais le Rouge commençoit à se ternir un peu,

tirant

tirant extrêmement sur le Pourpre. Après venoit la quatrième Suite, composée de Vert & de Rouge. Le Vert étoit fort abondant & fort vif, tirant d'un côté sur le Bleu; & de l'autre, sur le Jaune. Mais dans cette Quatrième Suite il n'y avoit ni Violet, ni Bleu, ni Jaune; & le Rouge étoit fort imparfait. Et les Couleurs qui succédèrent à celles-ci, devinrent de plus en plus foibles & imparfaites, jusqu'à ce qu'après trois ou quatre revolutions elles se terminèrent en une Blancher parfaite. La forme qu'avoient toutes ces Couleurs dans le tems que les Verres étoient si comprimés qu'ils faisoient paroître la Tache noire dans le Centre, est tracée dans la *Seconde Figure*, où *a, b, c, d, e, f, g, h, i, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, x, y, z*, désignent les Couleurs suivantes, à les compter par ordre depuis le centre, NOIR, Bleu, Blanc, Jaune, Rouge: VIOLET, Bleu, Vert, Jaune, Rouge: POURPRE, Bleu, Vert, Jaune, Rouge: VERT, Rouge: BLEU verdâtre, Rouge: BLEU verdâtre, Rouge pâle: BLEU verdâtre, Blanc rougeâtre.

V. OBSERVATION. Pour déterminer l'intervalle des Verres ou l'épais-

paiss-

paisseur de l'Air qui est entredeux par où chaque Couleur étoit produite, je mesurai le diametre des six premiers Anneaux dans la partie la plus lucide de leurs Orbites; & les quarant je trouvai que leurs Quarrez étoient en progression arithmetique des nombres impairs 1, 3, 5, 7, 9, 11. Et comme un des Verres étoit plan, & l'autre spherique, leurs intervalles dans les endroits où paroissoient ces Anneaux, doivent être en même progression. Je mesurai aussi les Diametres des Anneaux obscurs ou sombres qui étoient entre les Couleurs les plus brillantes; & je trouvai que leurs Quarrez étoient en progression arithmetique des nombres pairs 2, 4, 6, 8, 10, 12. Et comme c'est une affaire très-délicate & mal-aisée que de prendre ces mesures, je les pris diverses fois, & sur différentes parties des Verres, afin que leur uniformité me convainquît de leur justesse. J'employai la même methode pour déterminer quelques-unes des Observations suivantes.

VI. OBSERVATION. Le Diametre du sixième Anneau dans la partie la plus brillante de son Orbite étoit $\frac{1}{100}$ parties d'un pouce; & le Diametre de la Sphere sur laquelle le Verre Objectif convexe

vexe des deux côtez avoit été travaillé, avoit environ 102 piés, d'où j'inferai l'épaisseur de l'Air ou de la lame d'air qui étoit entre les Verres durant la formation de cet Anneau. Mais quelque temps après, ayant soupçonné qu'en faisant cette observation je n'avois pas déterminé le Diametre de la Sphere avec assez d'exactitude; & doutant si le Verre plan-convexe, au lieu d'être véritablement plan, n'étoit pas un peu concave, ou bien convexe du côté que je le croyois plan; & si je n'avois point pressé les Verres l'un contre l'autre, comme je l'avois souvent fait pour qu'ils se touchassent (car en les pressant ainsi, leurs parties cedent aisément en dedans, ce qui rend les Anneaux sensiblement plus larges qu'ils ne seroient si les Verres conservoient leur forme) dans cette incertitude je refis l'Experience, & je trouvai que le Diametre du sixieme Anneau lucide étoit environ $\frac{55}{100}$ parties d'un pouce. Je refis encore l'Experience avec un pareil Objectif d'un autre Telescope que j'avois sous la main. Cet Objectif étoit convexe des deux côtez, travaillé sur une même Sphere; & son Foyer en étoit à 83 pouces & $\frac{2}{3}$. Cela posé, si les Sinus d'Incidence & de Refraction de la

Lu-

Lumière Jaune la plus éclatante, font
supposez en proportion comme 11 à 17,
le Diametre de la Sphere sur laquelle le
Verre avoit été travaillé, se trouvera,
par le calcul, de 182 pouces. Je mis ce
ce Verre-là sur un autre qui étoit plat,
de sorte que la Tache Noire paroïssoit
au milieu des Anneaux colorez sans au-
cune autre pression que celle du poids
du Verre. Après cela, mesurant le
Diametre du cinquieme Anneau obscur
avec toute l'exactitude possible, je trou-
vai que c'étoit précisément la 5^{me} . par-
tie d'un pouce. Je pris cette mesure
avec un compas sur la surface superieu-
re du Verre superieur, mon Oeuil é-
tant à environ huit ou neuf pouces de
cette surface, & presque perpendiculai-
re au Verre, qui avoit $\frac{1}{6}^{me}$ de pouce d'é-
paisseur. D'où il est aisé de conclurre
que le veritable Diametre de l'Anneau
entre les Verres étoit plus grand que son
Diametre mesuré par dessus les Verres,
selon la proportion de 80 à 79 ou envi-
ron; & que par conséquent il étoit égal
à la $\frac{16}{79}$ partie d'un Pouce; & que son ve-
ritable Demi-diametre étoit égal à $\frac{8}{79}$ par-
ties. Or comme le Diametre de la Sphe-
re (182 pouces) est au Demi-diametre
de ce cinquieme Anneau obscur ($\frac{8}{79}$ par-
ties

ties d'un pouce) de même ce Demi-diametre est à l'épaisseur de l'Air dans ce cinquième Anneau ; & cette épaisseur est , par conséquent , $\frac{32}{567931}$ ou $\frac{100}{1774784}$ parties d'un pouce ; & la cinquième partie savoir la $\frac{1}{55739}$ partie d'un pouce , est l'épaisseur de l'Air au premier de ces Anneaux obscurs.

Je repetai les mêmes Experiences avec un autre Objectif convexe-convexe , travaillé des deux côtez sur une seule & même Sphere. Son Foyer en étoit éloigné de 168 pouces & $\frac{1}{2}$; & par conséquent, le Diametre de cette Sphere étoit de 184 pouces. Ce Verre étant posé sur le même Verre plat dont je m'étois servi dans l'*Observation* précédente, je trouvai qu'ayant mesuré avec le Compas sur le Verre supérieur , le Diametre du cinquième des Anneaux obscurs , lorsque la Tache Noire parut nettement dans leur Centre sans presser les Verres , ce Diametre étoit $\frac{121}{1600}$ parties d'un pouce ; & que par conséquent il étoit , entre les Verres , $\frac{1222}{16000}$. Car le Verre supérieur avoit $\frac{1}{4}$ de pouce d'épaisseur ; & mon œuil en étoit à 8 pouces de distance. Or comme le Diametre de la Sphere est au Demi-diametre de cet Anneau , de même la moitié du

De-

Demi-diametre de cet Anneau est aux parties d'un pouce. C'est donc là l'épaisseur de l'Air dans cet Anneau; & un cinquième de cette quantité, savoir $\frac{1}{5}$ ^{me} partie d'un pouce, est l'épaisseur de l'Air au premier des Anneaux, comme on peut voir ci-dessus.

J'essayai la même chose en mettant ces Verres Objectifs sur des fragmens de Miroir plats; & je trouvai les mêmes mesures aux Anneaux; C'est pourquoi je les prendrai pour bonnes jusqu'à ce qu'on puisse les déterminer plus exactement par des verres taillez sur de plus grandes Spheres, quoi qu'avec ces sortes de Verres il faille prendre plus de soin pour que le Verre sur lequel on les applique, soit exactement plan.

Ces mesures furent prises dans le tems que mon Oeil étoit presque perpendiculairement placé sur les Verres, éloigné des Rayons incidens environ un pouce & $\frac{1}{4}$; & du Verre, 8 pouces; de sorte que les Rayons étoient inclinez au Verre sur un Angle d'environ quatre degrés. D'où vous comprendrez à la faveur de l'Observation suivante, que si les Rayons eussent été perpendiculaires aux Verres, l'épaisseur de l'Air dans ces Anneaux auroit été moindre selon la pro-

portion du Demi-diametre à la Secante de quatre dégrez, c'est à dire de 10000 à 10024. Qu'on diminue donc les épaisseurs mentionnées ci-dessus suivant cette proportion, & elles deviendront $\frac{1}{10024}$ & $\frac{1}{10000}$, ou (pour employer le nombre rond, le plus aprochant) la $\frac{1}{10000}$ ^{me}. partie d'un-pouce. C'est là l'épaisseur de l'Air dans la partie la plus obscure du premier Anneau obscur, formé par des Rayons perpendiculaires; & la moitié de cette épaisseur multipliée par la progression 1, 3, 5, 7, 9, 11, &c. donne les épaisseurs de l'Air dans les parties les plus lumineuses de tous les Anneaux les plus brillants, savoir, $\frac{1}{178000}$, $\frac{3}{178000}$, $\frac{5}{178000}$, $\frac{7}{178000}$, &c. : & les Moyennes arithmétiques de ces Nombres, $\frac{2}{178000}$, $\frac{4}{178000}$, $\frac{6}{178000}$, &c. sont les épaisseurs dans les parties les plus sombres de tous les Anneaux obscurs.

VII. OBSERVATION. Les Anneaux se trouvoient plus petits lorsque mon Oeuil étoit placé perpendiculairement sur les Verres dans l'Axe des Anneaux; & lorsque je les regardois obliquement, ils devenoient plus grands, se dilatant continuellement de tous côtez à mesure que j'éloignois mon Oeuil de l'Axe. Et partie, en mesurant le
Dia-

Diametre du même Cercle à différentes obliquitez de mon Oeuil, & partie par d'autres moyens, comme aussi en employant les deux Prismes dans les plus grandes obliquitez, je trouvai que le Diametre de chaque Cercle, & par conséquent l'épaisseur de l'Air à son Périmetre, étoit dans toutes ces différentes obliquitez, à fort peu de chose près, selon les proportions exprimées dans la TABLE suivante.

Angle d'incidence sur l'Air.		Angle de Refraction dans l'Air.		Diametre de l'Anneau.	Epaisseur de l'Air.
Deg.	Min.				
00	00	00	00	10	10
06	26	10	00	$10 \frac{1}{13}$	$10 \frac{2}{13}$
12	45	20	00	$10 \frac{1}{3}$	$10 \frac{2}{3}$
18	49	30	00	$10 \frac{3}{4}$	$10 \frac{1}{2}$
24	30	40	00	$11 \frac{6}{5}$	13
29	37	50	00	$12 \frac{1}{2}$	$15 \frac{1}{2}$
33	58	60	00	14	20
35	47	65	00	$15 \frac{1}{4}$	$23 \frac{1}{4}$
37	19	70	00	$16 \frac{4}{5}$	$28 \frac{1}{4}$
38	33	75	00	$19 \frac{1}{4}$	37
39	27	80	00	$22 \frac{6}{7}$	$52 \frac{1}{4}$
40	00	85	00	29	$84 \frac{1}{13}$
40	11	90	00	35	$122 \frac{1}{2}$

Dans les deux premières Colonnes sont exprimées les Obliquitez des Rayons incidens & émergens, à la Lame d'Air, c'est à dire, leurs Angles d'Incidence & de Refraction. Dans la troisième Colonne, le Diametre d'un Anneau coloré quelconque dans toutes ces Obliquitez, est exprimé par telles parties que dix de ces parties composent le Diametre de cet Anneau lorsque les Rayons sont perpendiculaires. Et dans la quatrième Colonne l'épaisseur de l'Air, dans la circonférence de cet Anneau, est exprimée par telles parties qu'encore dix de ces parties y composent son épaisseur lorsque les Rayons sont perpendiculaires.

De ces Mesures je croi pouvoir en déduire cette Règle, *Que l'épaisseur de l'Air est proportionnelle à la Secante d'un Angle dont le Sinus est une certaine Moyenne proportionnelle entre les Sinus d'Incidence & de Refraction.* Et cette Moyenne proportionnelle, autant que je puis le déterminer par ces mesures, est la première de 106 arithmetiques Moyennes proportionnelles entre ces Sinus, à compter depuis le plus grand Sinus, c'est à dire, depuis le Sinus de Refraction, lorsque la Refraction se fait du Verre dans la Lame d'Air; ou depuis le Sinus d'Incidence

ce

ce lorsque la Refraction se fait de la Lame d'Air dans le Verre.

VIII. OBSERVATION. La Tache obscure qui est au milieu des Anneaux, augmentoit aussi étant regardée obliquement, quoi que d'une manière presque insensible. Mais si au lieu des Verres Objectifs j'employois les Prismes, son aggrandissement étoit plus sensible lorsqu'on la regardoit si obliquement qu'il ne paroïssoit aucune Couleur à l'entour. Elle étoit plus petite, lorsque les Rayons tomboient plus obliquement sur l'Air d'entredeux; & à mesure que l'obliquité diminuoit, la Tache alloit toujours en augmentant jusqu'à ce que les Anneaux colorez vinsent à paroître, après quoi elle diminuoit encore, mais pas si fort qu'elle avoit augmenté auparavant. D'où il est évident, que la transparence n'étoit pas seulement dans le contact absolu des Verres, mais encore dans des endroits où il y avoit quelque petit intervalle entredeux. J'ai observé quelquefois que le Diametre de cette Tache avoit environ la moitié & deux cinquièmes du Diametre de la circonference extérieure du Rouge dans la première Suite des Couleurs, lorsqu'on regardoit cette Tache presque perpendiculairement,

mais que regardée obliquement, elle dis-
paroissoit tout à fait, devenant opaque
& blanche, comme les autres parties du
Verre; d'où l'on peut conclurre qu'alors
les Verres se touchoient à peine l'un l'au-
tre, ou qu'en effet ils ne se touchoient
point, & que leur distance reciproque
dans le Perimetre de cette Tache regar-
dée perpendiculairement, étoit environ
la cinquième ou sixième partie de leur
distance dans la circonference du Rou-
ge mentionné ci-dessus.

IX. OBSERVATION. En regar-
dant à travers les deux Objectifs conti-
igus je trouvai que l'Air interposé faisoit
voir des Anneaux colorez en transmet-
tant la Lumière aussi bien qu'en la refle-
chissant. Et dans ce cas la Tache cen-
trale étoit blanche; & à compter les
Couleurs de là, elles paroissoient dans
cet ordre, ROUGE jaunâtre, NOIR;
VIOLET, Bleu, Blanc, Jaune, Rou-
ge; VIOLET, Bleu, Vert, Jaune,
Rouge, &c. Mais ces Couleurs étoient
très-foibles, hormis lorsque la Lumière
passoit fort obliquement au travers des
Verres: car par ce moyen elles deve-
noient assez vives. Seulement le pré-
mier Rouge jaunâtre, comme le Bleu
dans la *Quatrième Observation*, étoit

si mince & si foible qu'à peine pouvoit-on le discerner. En comparant ces Anneaux produits par une Lumière transmise, avec les Anneaux colorez, produits par une Lumière réfléchie, j' trouvai que le Blanc étoit opposé au Noir, le Rouge au Bleu, le Jaune au Violet, & le Vert à une Couleur composée de Rouge & de Violet: C'est à dire que les parties du Verre, qui lorsqu'on regardoit dessus, paroissoient blanches, étoient noires lorsqu'on les voyoit en regardant à travers, & au contraire: que celles qui dans le premier cas, paroissoient Bleuës, dans l'autre, paroissoient Rouges; & qu'il en étoit de même de toutes les autres Couleurs. Vous en pouvez voir la manière dans la 3.^{me} Figure où *AB, CD* sont les Surfaces des Verres qui se touchent en *E*; où les Lignes noires tracées entredeux, sont les distances reciproques de ces Surfaces en progression arithmétique, & où les Couleurs écrites en haut sont vuës par une Lumière réfléchie, & celles qui sont écrites en bas, par une Lumière transmise.

X. OBSERVATION. Ayant un peu mouillé les bords des Verres Objectifs, l'Eau se glissa insensiblement entredeux; & les Anneaux en devinrent plus petits,

& les Couleurs plus foibles, de sorte qu'à mesure que l'Eau s'insinuoit plus avant, une moitié des Anneaux où elle parvint premièrement, parut détachée de l'autre moitié des mêmes Anneaux & resserrée dans un plus petit espace. Ayant mesuré ces Anneaux, je trouvai que la proportion de leurs Diametres aux Diametres de pareils Anneaux produits par une Lamé d'Air, étoit environ comme 7 à 8; & par conséquent les intervalles des Verres, dans des Cercles égaux produits par ces deux Milieux, l'Eau & l'Air, sont à peu près comme 3 à 4. Et peut-être pourroit-on établir pour Règle générale, Que si quelque autre Milieu plus ou moins dense que l'Eau, est comprimé entre deux Verres, les intervalles de ces Verres dans les Anneaux produits par ce Milieu-là seront aux intervalles des mêmes Verres dans de pareils Anneaux produits par un Air interposé, comme sont entr'eux les Sinus qui mesurent la Refraction qui se fait de ce Milieu-là dans l'Air.

XI. OBSERVATION. Lorsque l'Eau étoit entre les Verres, si je pressois diversement le Verre supérieur par ses extremités pour faire passer plus promptement les Anneaux d'un endroit

à

à l'autre, une petite Tache Blanche suivoit immédiatement leur centre, mais l'Eau d'alentour venant à s'insinuer dans cet endroit-là, la Tache dispa-roissoit tout aussi-tôt. Elle avoit la même apparence & les mêmes Couleurs qu'auroit produit l'Air interposé. Mais ce n'étoit pas de l'Air : cars'il se trouvoit dans l'Eau quelques Bulles d'air, elles ne dispa-roissent point. Il faut donc que cette Reflexion fut causée par un Milieu plus subtil, qui pouvoit échapper à travers les Verres pour faire place à l'Eau.

XII. OBSERVATION. Je fis ces Observations au grand jour. Mais pour examiner plus précisément les effets de la Lumière colorée qui tomboit sur les Verres, j'obscurcis la chambre; & je jettai l'œil sur ces Verres illuminez par la Reflexion des Couleurs *Prismatiques* jettées sur une feuille de Papier blanc; mon Oeil étant placé de telle manière que par Reflexion je pouvois voir le Papier coloré dans ces Verres comme dans un Miroir. Et par ce moyen-là les Anneaux devinrent plus distincts, & j'en découvris une plus grande quantité qu'au grand jour. J'en ai vû quelquefois plus de vingt, au lieu qu'au grand jour je n'ai jamais pû en discerner plus de huit ou neuf.

XIII. OBSERVATION. Ayant avec moi une Personne qui tournoit un Prisme çà & là autour de son Axe afin que les Couleurs pussent tomber successivement sur cette partie du Papier que l'endroit des Verres où paroissoient les Cercles, me faisoit voir par Reflexion, de sorte que toutes les Couleurs fussent reflechies, chacune à son tour, des Cercles à mon Oeuil qui restoit immobile pendant tout ce temps-là, je trouvai que les Cercles ou Anneaux formez par la Lumière Rouge, étoient visiblement plus grands que ceux qui étoient formez par le Bleu & le Violet; & il y avoit du plaisir à les voir se dilater ou se contracter par degréz, à mesure que la Couleur de la Lumière venoit à changer. L'Intervalle des Verres dans un des Anneaux, quel qu'il fût, lorsqu'il étoit formé par le Rouge le plus parfait, étoit à leur Intervalle dans le même Anneau, lorsqu'il étoit formé par le Violet le plus parfait, en plus grande proportion que 3 n'est à 2, & en moindre proportion que 13 n'est à 8. suivant la plûpart de mes Observations, c'étoit comme 14 à 9. Et cette proportion me parut à fort peu près, la même dans toutes les obli-
quitez de mon Oeuil, excepté lorsqu'au
lieu

lieu des Verres Objectifs j'employois deux Prismes. Car alors à une certaine grande obliquité de mon Oeil, les Anneaux formez par différentes Couleurs, sembloient égaux : & à une plus grande obliquité, ceux qui étoient formez par le Violet, étoient plus grands que les mêmes Anneaux formez par le Rouge, la Refraction du Prisme faisant en ce cas-là que les Rayons les plus refrangibles tomboient plus obliquement sur la lame d'Air que les Rayons les moins refrangibles. Tel fut le succès de cette Experience sur la Lumière colorée lorsqu'elle étoit assez forte & assez abondante pour rendre les Anneaux sensibles. D'où l'on peut conclurre, que, si les Rayons qui sont les plus refrangibles, & ceux qui le sont moins, avoient été en assez grande quantité pour rendre les Anneaux sensibles sans mélange d'autres Rayons, la proportion qui étoit ici comme 14 à 9, auroit été un peu plus grande, supposé comme $14\frac{1}{4}$ ou $14\frac{1}{3}$ à 9.

XIV. OBSERVATION. Tandis que le Prisme étoit tourné autour de son Axe d'une manière uniforme pour faire que les Couleurs tombassent successivement sur les Verres Objectifs, & que

par ce moyen les Anneaux se contractassent & se dilataissent, la contraction ou la dilatation de chaque Anneau, qui étoit ainsi produite par la variation de ses Couleurs, étoit plus prompte dans le Rouge, & plus lente dans le Violet : & les Couleurs moyennes produisoient ce double accident avec des degrés moyens de celerité. Ayant comparé la quantité de contraction & de dilatation qui étoit produite par tous les degrés de chaque Couleur, je trouvai qu'elle étoit plus grande dans le Rouge, moindre dans le Jaune, moindre encore dans le Bleu, & moindre absolument dans le Violet. Et pour calculer aussi juste qu'il me seroit possible, les proportions de leurs contractions & dilatations, j'observai que toute la contraction ou dilatation du Diametre d'un Anneau quelconque, formé par tous les degrés du Rouge, étoit à la contraction ou à la dilatation du Diametre du même Anneau, formé par tous les degrés du Violet, environ comme 4 est à 3, ou 5 à 4; & que lorsque la Lumière étoit de la Couleur moyenne entre le Jaune & le Vert, le Diametre de l'Anneau étoit, à peu de chose près, une Moyenne arithmétique entre le plus grand Diametre

tre .

tre du même Anneau produit par le Rouge le plus extérieur, & son plus petit Diametre produit par le Violet le plus extérieur ; ce qui est tout opposé à ce qui arrive aux Couleurs du Spectre oblong formé par la Refraction d'un Prisme, où le Rouge se trouve le plus contracté, & le Violet le plus dilaté, & où les confins du Vert & du Bleu sont au milieu de toutes ces Couleurs. D'où l'on peut inferer, à mon avis, que les différentes épaisseurs de l'Air entre les Verres, dans les endroits où l'Anneau est produit successivement & par ordre, par les confins des cinq principales Couleurs (le Rouge, le Jaune, le Vert, le Bleu, & le Violet) c'est-à-dire par le Rouge le plus extérieur, par les confins du Rouge & du Jaune au milieu de l'Orangé, par les confins du Jaune & du Vert, par les confins du Vert & du Bleu, par les confins du Bleu & du Violet au milieu de l'Indigo, & par l'extrémité du Violet, je croi, dis-je, que les différentes épaisseurs de l'Air dans tous ces endroits-là sont l'une à l'autre, à fort peu de chose près, comme les six longueurs d'une Corde de Musique qui dans une Sexte Majeure produisent les Notes suivantes, *sol, la, mi,*

280 *Traité d'Optique, sur la Lumière*
mi, fa, sol, la. Mais on se conformera
 encore mieux à l'Observation, si l'on dit,
 que les différentes épaisseurs de l'Air en-
 tre les Verres, dans les endroits où les
 Anneaux sont formez successivement
 par les confins des sept Couleurs suivan-
 tes selon le rang que je leur donne ici,
 le Rouge, l'Orangé, le Jaune, le Vert,
 le Bleu, l'Indigo, le Violet, sont l'une
 à l'autre comme les Racines cubiques
 des Quarrez des huit longueurs d'une
 Corde de Musique qui rend les Notes
 d'une Octave, *sol, la, fa, sol, la, mi,*
fa, sol, c'est-à-dire, comme les Racines
 cubiques des Quarrez des nombres 1, $\frac{8}{27}$,
 $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$.

XV. OBSERVATION. Ces An-
 neaux n'étoient pas de différentes Cou-
 leurs comme ceux qui sont formez au
 grand jour, mais ils paroissoient partout
 de la seule Couleur *prismatique* dont ils
 étoient illuminez. Et en faisant tom-
 ber les Couleurs prismatiques immédia-
 tement sur les Verres, je trouvai que la
 Lumière qui tomboit sur les Espaces
 obscurs qui étoient entre les Anneaux
 colorez, passoit au travers des Verres
 sans changer de Couleur. Car si on
 mettoit un Papier blanc au delà des Ver-
 res, cette Lumière y peignoit des An-
 neaux.

neaux de la même Couleur que ceux qui étoient réfléchis , & de la même grandeur que les Espaces moyens au travers desquels passoit la Lumière. Cela même fait voir évidemment l'origine de ces Anneaux, c'est-à-dire que l'Air d'entre les Verres , selon sa différente épaisseur , est disposé en certains endroits à réfléchir , & en d'autres à laisser passer la Lumière de quelque Couleur que ce soit (comme vous pouvez le voir représenté dans la 4^{me}. Figure) & à réfléchir la Lumière d'une Couleur dans le même endroit où il laisse passer la Lumière d'une autre Couleur.

XVI. OBSERVATION. Les Quarrez des Diametres de ces Anneaux formez par une Couleur prismatique quelconque , étoient en progression arithmétique , comme dans la *cinquième Observation*. Et le Diametre du sixième Anneau , lors qu'il étoit formé par un Jaune de Citron , & vû presque perpendiculairement , étoit environ $\frac{73}{163}$ parties d'un Pouce , ou un peu moins , conformément à la *sixième Observation*.

Les Observations précédentes ont été faites sur une lame fort mince d'un Milieu très-rare terminé par un plus

dense, tel que l'Eau ou l'Air, comprimé entre deux Verres. Dans celles qui suivent, j'exposerai les apparences produites sur des plaques minces d'un Milieu plus dense environné d'un plus rare, comme sont les plaques d'un Talc diaphane qui nous vient de Moscovie, les Bulles d'eau, & quelques autres Substances minces, terminées par l'Air de tous côtez.

XVII. OBSERVATION. Si en soufflant dans de l'Eau qui aura été épaissie avec un peu de Savon on élève une Bulle, c'est une Observation commune qu'après un certain temps cette Bulle paroît teinte d'une grande variété de Couleurs. Pour mettre ces sortes de Bulles à couvert de l'agitation de l'Air extérieur qui pousse irrégulièrement leurs Couleurs l'une dans l'autre, de sorte qu'on ne sauroit en faire le sujet d'une Observation exacte, aussi-tôt que j'en avois élevé une, je la couvrois d'un Verre fort transparent; & par ce moyen ses différentes Couleurs paroissoient dans un ordre très-régulier, comme autant d'Anneaux concentriques, qui entouroient le haut de la Bulle. Et à mesure que l'Eau s'écoulant continuellement en bas rendoit la Bulle plus mince, ces An-

Anneaux se dilatoient lentement & se repandoient sur toute la Bulle, descendant par ordre jusqu'au bas, où ils disparoissoient chacun à son tour. Cependant après que toutes les Couleurs eurent paru au haut de la Bulle, il se forma dans le centre des Anneaux une petite Tache noire ronde, comme celle qui a été décrite dans la *premiere Observation*, laquelle Tache se dilatoit continuellement jusqu'à ce qu'elle eût acquis plus de la moitié, ou de trois quarts d'un pouce en largeur avant que la Bulle crevât. Je crus d'abord, que l'Eau ne réfléchissoit aucune Lumière dans cet endroit-là: mais observant la chose de plus près, je découvris au dedans de cette Tache plusieurs petites Taches rondes plus petites qui paroissoient beaucoup plus noires & plus sombres que le reste, ce qui me fit connoître qu'il se faisoit effectivement quelque Reflexion dans les autres endroits qui n'étoient pas si obscurs que ces petites Taches-là. Et par un examen plus précis je trouvai que je pouvois voir les Images de certaines choses (comme d'une Chandelle ou du Soleil) à la faveur d'une Reflexion languissante, non seulement dans la grande Tache Noire, mais aussi dans les

les petites Taches plus obscures qui étoient au dedans de la grande.

Outre les Anneaux colorez dont je viens de parler, il paroissoit souvent de petites Taches colorées qui montoient & descendoient çà & là le long de la Bulle à cause de quelques inégalitez que l'Eau produisoit sur sa surface en s'écoulant en bas. Et quelquefois il se trouvoit des Taches noires produites sur les côtez de la Bulle, qui montant vers la plus grande Tache Noire au haut de la Bulle, s'unissoient à elle.

XVIII. OBSERVATION. Parce que les Couleurs de ces Bulles étoient plus étenduës & plus vives que celles de l'Air comprimé entre deux Verres, & dès-là plus aisées à distinguer, je vous donnerai ici une plus ample description de l'ordre dans lequel elles venoient dans l'œil par la Reflexion d'un Ciel couvert de nuées blanches après qu'on avoit mis un Corps noir derrière la Bulle. Les voici selon cet ordre, ROUGE, Bleu; ROUGE, Bleu; ROUGE, Bleu; ROUGE, Vert; ROUGE, Jaune, Vert, Bleu, Pourpre; ROUGE, Jaune, Vert, Bleu, Violet; ROUGE, Jaune, Blanc, Bleu, Noir.

Les trois premières Suites de Rouge &

& de Bleu , étoient d'une Couleur fort foible & fort fale , sur tout la première où le Rouge paroissoit quasi Blanc. Dans ces trois Suites il y avoit à peine aucune autre Couleur sensible que le Rouge & le Bleu ; seulement le Bleu (sur tout dans la seconde Suite) tiroit un peu sur le Vert.

Le quatrième Rouge étoit aussi foible & fale , mais il ne l'étoit point tant que les trois précédens. Après cela venoit peu ou point de Jaune , mais quantité d'un Vert qui d'abord tiroit un peu sur le Jaune , & ensuite devenoit un Vert-de-sauve assez vif & bien marqué , lequel après cela dégénéroit en une Couleur bleuâtre , mais qui n'étoit suivi ni de Bleu ni de Violet.

Dans la cinquième Suite, d'abord le Rouge tiroit beaucoup sur le Pourpre , & devint ensuite plus éclattant & plus vif , mais non pas plus net pourtant. A ce Rouge succédoit un Jaune fort éclattant , & très-foncé , mais en petite quantité , & qui se changea bien-tôt en un Vert abondant , un peu plus net , plus chargé & plus vif que le Vert précédent. Après cela venoit un excellent Bleu , un Bleu-celeste très-éclattant , & ensuite un Pourpre qui étoit en plus grande

grande quantité que le Bleu, & plus approchant du Rouge.

Dans la fixième Suite, le Rouge fut d'abord d'une Couleur d'écarlate très-belle & très-vive ; & bien-tôt après , il devint plus éclattant ; étant fort net, fort vif , & le plus beau de tous les Rouges. Ensuite , après un vif Orangé vint un Jaune foncé, brillant & copieux qui étoit aussi le meilleur de tous les Jaunes ; lequel se changea premièrement en Jaune verdâtre , & puis , en Bleu verdâtre : mais le Vert entre le Jaune & le Bleu , étoit en très-petite quantité , & si lavé qu'il ressembloit plutôt à un Blanc verdâtre qu'à un véritable Vert. Le Bleu qui parût immédiatement après , devint fort bon , & d'un fort beau Bleu-céleste , très-vif quoi qu'un peu inférieur au Bleu-céleste précédent : & le Violet étoit foncé, avec peu ou point de Rouge, & en plus petite quantité que le Bleu.

Dans la dernière Suite , le Rouge parut d'abord une teinture d'écarlate approchant du Violet , qui se changea bien-tôt en une Couleur plus brillante tirant sur l'Orangé ; & le Jaune qui suivit, fut d'abord assez bon & assez vif, mais dans la suite il devint plus foible ,
jus-

jusqu'à ce que par degrés il se termina en un Blanc parfait. Et si l'Eau étoit fort visqueuse & bien delayée, ce Blanc se repandoit & se dilatoit lentement sur la plus grande partie de la Bulle, devenant toujours plus pâle vers le haut, où enfin il se fendoit en plusieurs endroits: & à mesure que ces fentes se dilatoient, elles paroissoient d'un Bleu-celeste assez bon, mais obscur & sombre. Pour le Blanc qui se trouvoit entre les Taches Bleuës, il diminua jusqu'à ce qu'il devint semblable aux mailles d'un Rezeau irrégulier; & bien-tôt après, il s'évanouit, laissant toute la partie superieure de la Bulle, d'un Bleu obscur, tel que celui que je viens de décrire. Et ce Bleu-là se dilatoit vers le bas de la même manière que le Blanc mentionné ci-dessus, jusqu'à envelopper quelquefois toute la Bulle. Cependant sur le haut qui étoit d'un Bleu plus obscur que le bas, & qui paroissoit aussi plein de plusieurs taches bleuës de figure ronde, un peu plus sombres que le reste, il paroissoit une ou plusieurs Taches extrêmement noires; & au dedans de ces Taches on envoyoit d'autres d'un Noir plus foncé, desquelles j'ai parlé dans l'Observation précédente. Ces dernières se dilatoient conti-

ti-

tinuellement jusqu'à ce que la Bulle vint à crever.

Si l'Eau n'étoit pas fort visqueuse, il éclattoit dans le Blanc des Taches noires, sans aucun mélange sensible de Bleu. Et quelquefois elles éclattoient dans le Jaune, ou le Rouge précédent, ou peut-être dans le Bleu du second ordre, avant que les Couleurs moyennes eussent le temps de se déployer.

Vous pouvez voir par cette description, quelle grande affinité il y a entre ces Couleurs, & celles qui s'engendrent dans des Lames d'Air, & qui ont été décrites dans la *Quatrième Observation*, quoi que celles-là soient rangées dans un ordre tout contraire, parce qu'elles commencent de paroître lorsque la Bulle est plus épaisse; & qu'il est plus commode de les compter depuis la partie la plus basse & la plus épaisse de la Bulle jusqu'à la plus haute.

XIX. OBSERVATION. Regardant en différentes positions obliques de l'Ocail, les Anneaux colorez qui venoient à paroître au haut de la Bulle, je trouvai qu'ils se dilatoient sensiblement à mesure que l'obliquité de l'Ocail augmentoit, quoi qu'ils s'en fallût beaucoup qu'ils se dilataient autant que ceux
dont

dont il est parlé dans la *septième Observation*, qui étoient formez par une *Lame d'Air* devenuë fort mince. Car ces derniers se dilatoient si fort, que lorsqu'on les regardoit le plus obliquement, ils arrivoient à une partie de la *Lame d'air* plus de douze fois plus épaisse que celle où ils paroissoient lorsqu'on les regardoit perpendiculairement : au lieu que dans le cas présent, les *Anneaux vûs* le plus obliquement se trouvoient alors dans un endroit où l'épaisseur de l'Eau étoit à l'épaisseur qu'elle avoit dans l'endroit où elle les faisoit voir par des *Rayons perpendiculaires*, un peu moins que comme 8 à 5. Suivant mes *Observations* les plus exactes, c'étoit entre 15 & 15½ à 10 : & à ce compte l'accroissement de ces *Anneaux* est 24 fois moindre que celui des *Anneaux* qu'on voit dans une *Lame d'Air*.

Quelquefois la *Bulle* devenoit d'une épaisseur uniforme par tout, excepté vers la pointe, tout près de la *Tache Noire*, ce que j'inferai de ce que dans toutes les positions de l'Oeil la *Bulle* présentoit la même apparence de Couleurs. Et alors les Couleurs qu'on voyoit sur sa circonférence apparente par les *Rayons*

les plus obliques, étoient différentes de celles qu'on voyoit en d'autres endroits par des Rayons moins inclinez à la Bulle. Et une même partie de cette Bulle paroïssoit de différentes Couleurs à divers Spectateurs qui la regardoient à des obliquitez fort différentes. Or considerant combien en vertu des diverses obliquitez des Rayons les Couleurs varioient aux mêmes endroits de la Bulle, ou en différens endroits d'égale épaisseur, je conclus en vertu de la 4^{me}. *Observation*, de la 14^{me}., de la 16^{me}. & de la 18^{me}. selon qu'elles sont expliquées dans la suite, que l'épaisseur de l'Eau requise pour faire paroître une seule & même Couleur, à différentes obliquitez, est, à peu près, dans la Proportion exprimée dans cette TABLE.

Incidences des Rayons sur l'Eau.		Leur Reflexion dans l'Eau.		L'épaisseur de l'Eau.
Degr.	Min.	Degr.	Min.	
00	00	00	00	10
15	00	11	11	10 $\frac{1}{2}$
30	00	22	1	10 $\frac{4}{5}$
45	00	32	2	11 $\frac{4}{5}$
60	00	40	30	13
75	00	46	25	14 $\frac{1}{2}$
90	00	48	35	15 $\frac{1}{2}$

Dans les deux premières Colomnes sont exprimées les Obliqueitez des Rayons à la surface de l'Eau, c'est-à-dire, leurs Angles d'Incidence & de Refraction: où je suppose que les Sinus qui les mesurent, sont en nombre rond, comme 3 à 4, quoi qu'apparemment le Savon dissous dans l'Eau cause quelque petite alteration à sa vertu refractive. Dans la troisième Colonne, l'épaisseur de la Bulle, par laquelle une Couleur quelconque est produite dans ces différentes obliqueitez, est exprimée en parties dont dix composent l'épaisseur propre à produire cette Couleur, lorsque les Rayons sont perpendiculaires. Et la Règle qui résulte de la 7^{me}. Ob-

servation, s'accorde fort bien avec ces mesures, si l'on en fait une juste application : c'est que l'épaisseur d'une Lame d'Eau, requise pour produire une seule & même Couleur, à différentes obliquitez de l'Oeil, est proportionnelle à la Secante d'un Angle dont le Sinus est la première de 106 Arithmétiques Moyennes proportionnelles entre les Sinus d'Incidence & de Réfraction, à compter depuis le plus petit des Sinus, c'est-à-dire, depuis le Sinus de Réfraction lorsque la Réfraction se fait de l'Air dans l'Eau; ou bien, depuis le Sinus d'Incidence.

J'ai observé quelquefois, que les Couleurs qui paroissent sur l'Acier poli lorsqu'il est échauffé, ou sur le Metal de cloche, & sur quelques autres Substances métalliques lorsqu'on les jette toutes fonduës sur la terre, où elles peuvent se refroidir en plein air, ont souffert, comme les Couleurs des Bulles-d'eau, quelque petit changement, étant regardées à différentes obliquitez; & que sur tout le Bleu foncé, ou le Violet, regardé fort obliquement, s'est changé en un Rouge foncé. Mais les changemens de ces Couleurs ne sont pas si grands ni si sensibles que ceux qui ar-
ri-

rivent aux Couleurs produites par l'Eau. Car la Scorie ou la partie vitrifiée du Metal que la plûpart des Metaux échauffez ou fondus poussent continuellement sur leur surface, & qui couvrant les Metaux d'une espèce de pellicule vitrifiée produit ces Couleurs-là, est beaucoup plus dense que l'Eau; & je trouve que le changement de Couleur causé par l'obliquité de l'Oeil, est moindre dans tout Corps mince, selon que ce Corps est plus dense.

XX. OBSERVATION. Ici, tout de même que dans la *Neuvième Observation*, l'on trouve, que par le moyen d'une Lumière transmise, la Bulle paroïssoit d'une Couleur contraire à celle qu'elle faisoit voir par une Lumière réfléchie. Ainsi, lorsqu'on voyoit la Bulle par la Lumière des Nuées, réfléchie de la Bulle dans l'Oeil, elle sembloit Rouge dans sa circonférence apparente: Mais si dans le même temps, ou immédiatement après, on regardoit les Nuées à travers la Bulle, sa circonférence étoit Bleuë. Et au contraire, lorsque par une Lumière réfléchie la Bulle paroïssoit Bleuë, elle paroïssoit Rouge par une Lumière transmise.

XXI. OBSERVATION. En mouil-

lant des Plaques fort minces de Talc de Moscovie , qui par cela même qu'elles étoient si minces faisoient voir des Couleurs semblables à celles des Bulles-d'eau, ces Couleurs devenoient plus foibles & plus languissantes , sur tout lorsque je mouillois les plaques du côté opposé à l'Ocail : mais il ne me fut pas possible d'appercevoir que l'Espèce des Couleurs changeât en aucune manière. Ainsi donc ce qui fait qu'une Plaque a l'épaisseur requise pour produire une certaine Couleur, est uniquement fondé sur la densité de cette Plaque , & non pas sur celle du milieu *ambient*. Et dès-là, on peut connoître par la *dixième*, & la *seizième Observation*, de quelle épaisseur sont les Bulles-d'eau, les Plaques de Talc de Moscovie, ou toute autre Substance, dans l'endroit où elles produisent telle ou telle Couleur.

XXII. OBSERVATION. Un Corps mince transparent , qui est plus dense que son Milieu *ambient*, fait voir des Couleurs plus éclatantes & plus vives qu'un Corps qui en pareille proportion est plus rare que le Milieu dont il est environné , comme je l'ai observé en particulier sur l'Air & le Verre. Car ayant soufflé à la Flamme d'une
Lampe

Lampe des Bulles de Verre très-minces, ces Bulles environnées d'Air firent paroître des Couleurs beaucoup plus vives que celles que produisent des Lames d'Air resserrées entre deux Verres.

XXIII. OBSERVATION. Ayant comparé la quantité de Lumière réfléchie de différens Anneaux , je trouvai que la Lumière qui venoit du premier ou plus intérieur , étoit en plus grande abondance ; & que dans les Anneaux extérieurs elle alloit toujours en diminuant par degrés. D'ailleurs, la Blanchéur du premier Anneau étoit plus vive que celle que réfléchissoient les parties de la Plaque mince qui étoit au delà des Anneaux , comme je pouvois le voir nettement en regardant de loin des Anneaux formez par deux Verres Objectifs, ou en comparant deux Bulles-d'eau enflées à telle distance de temps que dans l'une des Bulles la Blanchéur parût après toutes les Couleurs ; & dans l'autre , avant toutes les mêmes Couleurs.

XXIV. OBSERVATION. Lorsque par le moyen de deux Verres Objectifs mis l'un sur l'autre je formois des Anneaux colorez, quoi qu'à la sim-

ple vûë je ne pusse discerner que huit ou neuf de ces Anneaux , j'en voyois un beaucoup plus grand nombre , en les regardant au travers d'un Prisme , de sorte qu'il m'est arrivé d'en compter plus de 40, outre quantité d'autres, si petits & si près l'un de l'autre , qu'il m'étoit impossible de fixer mon Oeuil sur chacun à part pour les compter distinctement. Mais à considérer l'espace qu'ils occupoient , j'ai jugé quelquefois qu'il y en avoit plus de cent. Et je croi qu'en perfectionnant l'Expérience on pourroit en découvrir beaucoup plus. Car le nombre en paroît réellement illimité , quoi qu'ils ne soient visibles qu'autant qu'ils peuvent être séparés par la Refraction du Prisme , comme je l'expliquerai dans la suite.

Au reste , il n'y avoit qu'un côté de ces Anneaux , savoir celui vers lequel se faisoit la Refraction , qui fut marqué distinctement par cette Refraction, car l'autre côté devenoit plus confus que lorsqu'on le regardoit à la simple vûë , de sorte que de ces Anneaux dont j'en discernois huit ou neuf à la simple vûë, je n'en pouvois discerner , dans cette portion-là , qu'un ou deux, ni même aucun quelquefois Et quant aux Segmens

mens ou Arcs qui dans le côté distinct, paroissent en si grand nombre, ils n'excedoient pas, pour la plupart, la troisième partie d'un Cercle. Lorsque la Refraction étoit fort grande, ou le Prisme fort éloigné des Verres Objectifs, le milieu de ces Arcs se brouilloit aussi, jusqu'à disparoître, & composer une vraye Blancher, tandis que leurs deux extremités, aussi bien que les Arcs entiers les plus éloignés du Centre, devenoient plus distincts qu'auparavant, paroissant sous la forme que vous pouvez les voir desinez dans la cinquième Figure.

Là où ces Arcs paroissent les plus distincts, ils n'étoient que Blancs & Noirs alternativement, sans mélange d'aucune autre Couleur. Mais en d'autres endroits on voyoit des Couleurs dont l'ordre étoit renversé par la Refraction, de sorte que si d'abord je tenois le Prisme fort près des Verres Objectifs, & qu'ensuite je l'en éloignasse par degrés en l'approchant de mon Ocuil, les Couleurs du second Anneau, du troisième, du quatrième, & des suivans, se resserroient vers le Blanc qui sortoit d'entr'eux, jusqu'à ce que s'étant entièrement éva-

noüies dans le milieu des Arcs , elles reparoissoient ensuite dans un ordre tout contraire. Mais dans les extrémités des Arcs elles conservoient leur ordre invariable.

Quelquefois j'ai placé de telle manière deux Verres Objectifs l'un sur l'autre , qu'à la simple vûë tous les Anneaux ont paru par tout uniformément Blancs sans la moindre apparence d'aucun Anneau coloré : & cependant en les regardant au travers d'un Prisme j'ai découvert quantité d'Anneaux colorés. De même regardant au travers d'un Prisme des Plaques de Talc de Moscovie , & des Bulles-de-Verre enflées par la Flamme d'une Lampe , qui n'étoient pas assez minces pour qu'on y pût appercevoir aucune Couleur à la simple vûë, j'y ai découvert une grande diversité de Couleurs , rangées irrégulièrement de tous côtez en forme de vagues. Il est arrivé de même à l'égard des Bulles-d'eau qu'avant qu'on eût commencé d'en découvrir les Couleurs à la simple vûë, elles ont paru , à les regarder au travers d'un Prisme, environnées de quantité de Cercles parallèles & horizontaux. Mais pour pro-

Et les Couleurs. LIV: II. PART. I. 299
produire cet effet , il étoit nécessaire
de tenir le Prisme parallele , ou
presque parallele à l'Horizon ; &
de le disposer de telle manière que
les Rayons pussent être rompus , ti-
rant en haut. • -

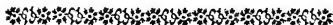
FIN de la première Partie du
SECOND LIVRE.



N 6 TRAI-

TRAITE D'OPTIQUE,

Sur la Lumière & les Couleurs.



LIVRE SECOND.

SECONDE PARTIE.

*Remarques sur les Observations
précédentes.*



PRE's avoir proposé mes Observations sur les Couleurs produites dans les Corps minces pellucides , il est à propos qu'avant que je m'en serve pour développer les causes des Couleurs des Corps Naturels , j'explique les plus composées de ces Observations , par le moyen de celles qui sont les plus simples, telles que la seconde, la 3^{me.}, la 4^{me.}, la 9^{me.}, la 12^{me.}, la 18^{me.}, la 20^{me.}, & la 24^{me.} Et premièrement , pour faire voir comment
les

les Couleurs sont produites dans la 4^{me}. & la 18^{me}. *Observation*, prenez sur une Ligne droite quelconque, depuis le point Y , * les longueurs YA , YB , YC , YD , YE , YF , YG , YH , en même proportion entr'elles, que les Racines cubiques des Quarrez des Nombres $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{16}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{4}{8}$, $\frac{5}{4}$, $\frac{6}{8}$, $\frac{7}{2}$, 1 , qui représentent les longueurs que doit avoir une Corde de Musique pour produire toutes les Notes d'une Octave, c'est à dire, selon la proportion des Nombres 6300, 6814, 7114, 7631, 8255, 8855, 9243, 10000. Et sur les points A , B , C , D , E , F , G , H , élevez les Lignes perpendiculaires $A\alpha$, $B\beta$, &c. par les intervalles desquelles Lignes doit être représentée l'étendue des différentes Couleurs marquées au dessous vis à vis de ces intervalles. Ensuite divisez la Ligne $A\alpha$ suivant la proportion, que dénotent les Nombres 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, &c. placez dans les Points de la division, & par ces Points-là tirez depuis Y les Lignes 1 I , 2 K , 3 L , 5 M , 6 N , 7 O , &c.

Supposez maintenant que A 2 représente l'épaisseur d'un Corps mince transparent quelconque, à laquelle épaisseur

N 7 le

le Violet extérieur est réfléchi en plus grande abondance dans la première *Suite* de Couleurs; en ce cas-là par la 13.^{me} *Observation*, *HK* représentera son épaisseur, à laquelle le Rouge extérieur est réfléchi en plus grande quantité dans cette même *Suite*. De même, en vertu de la 5.^{me} & de la 16.^{me} *Observation*, *A6* & *HN* désigneront les épaisseurs auxquelles ces Couleurs extérieures sont réfléchies en plus grande quantité dans la seconde *Suite* & *A10* & *H2* désigneront les épaisseurs auxquelles les mêmes Couleurs sont plus copieusement réfléchies dans la 3.^{me} *Suite*, & ainsi du reste. Enfin l'épaisseur à laquelle aucune des Couleurs intermédiaires est réfléchie en plus grande abondance, sera déterminée selon la 14.^{me} *Observation*, par la distance de la Ligne *AH*, à compter depuis les parties intermédiaires 2 *K*, 6 *N*, 10 *Q*, &c. vis à vis desquelles sont écrits au dessous les Noms de ces Couleurs.

Mais au reste pour déterminer la latitude de ces Couleurs dans chaque *Suite* ou Anneau; que *A1* dénote la moindre épaisseur, & *A3* la plus grande épaisseur à laquelle le Violet extérieur est réfléchi dans le premier Anneau; & que *HI* & *HL* dénotent de pareilles li-
mi-

mites pour le Rouge extérieur ; & que les Couleurs intermediates soient limitées par les parties intermediates des Lignes 1 *I*, & 3 *L* au dessous & vis à vis desquelles sont écrits les Noms de ces Couleurs , & ainsi de suite , mais toujours en comptant que les reflexions doivent être supposées plus fortes dans les Espaces intermediats , 2 *K* , 6 *N* , 10 *Q* , &c. & que de là elles décroissent par degréz vers ces Limites, 1 *I* , 3 *L* , 5 *M* , 7 *O* , &c. des deux côtez , où il ne faut pas imaginer que les Reflexions soient terminées d'une manière précise & absolüe , mais qu'elles diminuent indéfiniment. Du reste, si j'ai assigné la même largeur à chaque Anneau , quoi que les Couleurs semblent un peu plus larges dans le premier Anneau que dans les autres à cause que la Reflexion y est plus forte , je ne l'ai fait que parce que l'inégalité est si insensible qu'on peut à peine la déterminer par aucune Observation.

Si donc sur la Description que je viens de faire , vous concevez que les Rayons qui ont originairement différentes Couleurs , sont reflechis par tour dans les espaces 1 *I L* 3 , 5 *M O* 7 , 9 *P R* 11 , &c. & transmis dans les Es-
paces

paces $AHI1$, $3LM5$, $7OP9$, &c. il est aisé de connoître quelle Couleur doit paroître en plein Air, à une épaisseur quelconque d'un Corps mince transparent. Car si vous appliquez une Règle parallele à AH , à la distance de AH qui représente l'épaisseur du Corps transparent, les Espaces alternes $1IL3$, $5MO7$, &c. qui seront croisez par la Règle, dénoteront les Couleurs originales reflechies dont est composée la Couleur qui paroît en plein Air, à une telle épaisseur. Par exemple, si vous demandez quelle est l'espèce de Vert qui doit paroître dans le 3^{me}. Anneau, vous n'avez qu'à appliquer la Règle, comme vous voyez, sur $\pi\epsilon\sigma\phi$; & dès-là qu'elle passe sur quelque partie du Bleu en π & du Jaune en ϵ , vous pouvez conclurre, que le Vert qui paroît à cette épaisseur du Corps est principalement composé d'un Vert originaire, mais mêlé d'un peu de Bleu & de Jaune.

Par ce moyen vous pouvez connoître comment les Couleurs doivent se succeder, du Centre des Anneaux à l'exterieur, selon l'ordre qui a été décrit ci-dessus dans la 4^{me}. & la 18^{me}. *Observation*. Car si vous faites mouvoir suc-

cessi-

cessivement la Règle depuis *AH* à travers toutes les distances, après qu'elle aura passé sur le premier Espace qui ne dénote que peu ou point de Reflexion causée par les Corps les plus minces, elle arrivera premièrement à 1, c'est à dire au Violet, & bientôt après au Bleu & au Vert qui avec ce Violet composent un Bleu; & ensuite au Jaune & au Rouge qui ajoûtez à ce dernier Bleu le changent en Blanc, lequel Blanc continue pendant que le bord de la Règle passe de 1 en 3, après quoi les Couleurs dont il est composé, venant à manquer successivement, il se change premièrement en un Jaune composé, & après, en Rouge; & ce Rouge enfin disparoît en *L*. C'est alors que commencent les Couleurs du second Anneau, qui se succèdent par ordre tandis que le bord de la Règle passe de 5 en *O*, & sont plus vives qu'auparavant parce qu'elles sont plus dilatées, & plus séparées l'une de l'autre. Et par la même raison au lieu du Blanc précédent il intervient entre le Bleu & le Jaune un mélange d'Orangé, de Jaune, de Vert, de Bleu, & d'Indigo, toutes lesquelles Couleurs jointes ensemble doivent composer un Vert lavé & imparfait. De même ,
les

les Couleurs du troisiéme Anneau se succedent par ordre, premièrement vient le Violet qui se mêlant un peu avec le Rouge du second ordre, tire par conséquent sur un Pourpre rougeâtre; ensuite le Bleu & le Vert qui sont moins mêlez avec d'autres Couleurs, & par cela même plus vifs qu'auparavant, sur tout le Vert: après, suit le Jaune dont une partie, du côté du Vert, est distincte & bonne, mais l'autre partie, du côté du Rouge qui vient immédiatement après, fait un Jaune qui aussi bien que ce Rouge est mêlé avec le Violet & le Bleu du 4^{me}. Anneau, d'où resultent différens dégrez d'un Rouge tirant extrêmement sur le Pourpre. Ce Violet & ce Bleu qui devoient succeder à ce Rouge, se trouvant mêlez & confondus avec lui, il vient ensuite un Vert qui d'abord tire beaucoup sur le Bleu, mais devient bien-tôt un bon Vert; & c'est la seule Couleur non-mêlée & vive qui paroisse dans ce quatriéme Anneau. Car à mesure qu'il tire sur le Jaune, il commence à se mêler avec les Couleurs du cinquiéme Anneau, par lequel mélange le Jaune & le Rouge qui succedent immédiatement après, deviennent fort foibles & sales, sur tout le Jaune qui étant
la

la plus foible Couleur, est à peine assez vive pour se faire voir. - Après cela, les différens Anneaux & leurs Couleurs s'entremêlent & se confondent de plus en plus, jusqu'à ce qu'après trois ou quatre Revolutions, où le Rouge & le Bleu dominant par tour, toutes les espèces de Couleurs se trouvant partout mêlées assez également ensemble, composent un Blanc uniforme.

Et comme en vertu de la 15^{me}. *Observation* les Rayons d'une Couleur sont transmis dans le même endroit où ceux d'une autre Couleur sont réfléchis, on peut déduire manifestement d'ici la cause des Couleurs produites par la Lumière transmise dans la 9^{me}. & la 20^{me}. *Observation*.

Mais si outre l'ordre & l'espèce de ces Couleurs on veut voir réduite en parties d'un Pouce, l'épaisseur précise de la lame ou du Corps mince, dans l'endroit où ces Couleurs éclatent, cela peut encore être déterminé par le moyen de la 6^{me}. ou de la 16^{me}. *Observation*. Car suivant ces deux Observations, les différentes épaisseurs de la lame d'Air renfermée entre deux Verres, où éclatoient les parties les plus lumineuses des six premiers Anneaux, étoient

$$\frac{1}{178000} ,$$

$$\frac{3}{171000} ,$$

$\frac{2}{178000}$, $\frac{5}{178000}$, $\frac{7}{178000}$, $\frac{9}{178000}$, $\frac{11}{178000}$
parties d'un Pouce. Or supposé que la
Lumière réfléchie le plus abondamment,
à ces épaisseurs-là, soit le Jaune de ci-
tron le plus éclatant, ou la Couleur
qui confine au Jaune & à l'Orangé, ces
épaisseurs seront $F\lambda$, $F\mu$, $F\nu$, $F\xi$, $F\phi$,
 $F\eta$. Ce qui une fois connu, il est aisé
de déterminer quelle épaisseur d'Air est
représentée par $G\phi$, ou par toute autre
distance de la Règle à AH .

Mais d'ailleurs, puisque par la 10^{me}.
Observation l'épaisseur de l'Air étoit à
l'épaisseur de l'Eau (lors que l'Eau &
l'Air faisoient paroître les mêmes Cou-
leurs entre les mêmes Verres) comme
4 à 3, & que par la 21^{me}. *Observation*,
les Couleurs des Corps minces ne va-
rient point dès-là qu'on varie le Milieu
ambient, l'épaisseur d'une Bulle-d'eau qui
fait paroître quelque Couleur que ce soit,
fera de $\frac{3}{4}$ de l'épaisseur de l'Air qui produit
la même Couleur. Et ainsi en vertu de cet-
te 10^{me}. *Observation* & de la 21^{me}. l'épais-
seur d'une plaque de Verre où la Refrac-
tion des Rayons de moyenne refrangibili-
té est mesurée par la proportion des Sinus
31 à 20, peut être un $\frac{20}{31}$ ^{me}. de l'épaisseur
de l'Air produisant la même Couleur.
Il en est de même à l'égard de tout au-
tre

tre Milieu. Au reste je ne prétens pas dire absolument que cette proportion de 20 à 31 ait lieu à l'égard de tous les Rayons : car les Sinus des autres espèces de Rayons ont d'autres proportions. Mais les différences de ces proportions sont si petites, que je ne les mets point ici en ligne de compte. Sur ces fondemens j'ai composé la TABLE SUIVANTE où l'épaisseur particulière de l'Air ; de l'Eau & du Verre, qui fait voir chaque Couleur dans le degré le plus vif & le plus distinct, est exprimée par les parties du Pouce divisé en un million de parties égales.

L'épaisseur des Lames colorées Et des Particules

		d' Air:	d' Eau:	de Verre.
Leurs Couleurs du pr. Ordre ,	Très-Noir - -	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{10}{31}$
	Noir - - -	1	$\frac{2}{4}$	$\frac{20}{31}$
	Commencement de Noir - -	2	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{2}{7}$
	Bleu - - -	2 $\frac{2}{7}$	1 $\frac{4}{7}$	1 $\frac{11}{25}$
	Blanc - - -	5 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{7}{8}$	3 $\frac{2}{3}$
	Jaune - - -	7 $\frac{1}{9}$	5 $\frac{1}{3}$	4 $\frac{3}{4}$
	Orangé - -	8	6	5 $\frac{1}{6}$
	Rouge - - -	9	6 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{4}{7}$

310 *Traité d'Optique, sur la Lumière*
L'épaisseur des Lames colorées & des Particules

		d'Air :	d'Eau :	de Verre.
Leurs Couleurs du se- cond Or- dre.	{ Violet - - -	11 $\frac{1}{20}$	8 $\frac{1}{30}$	7 $\frac{1}{4}$
	{ Indigo - - -	12 $\frac{1}{6}$	9 $\frac{1}{30}$	8 $\frac{2}{11}$
	{ Bleu - - -	14	10 $\frac{1}{30}$	9 $\frac{1}{7}$
	{ Vert - - -	15 $\frac{1}{10}$	11 $\frac{1}{30}$	9 $\frac{1}{7}$
	{ Jaune - - -	16 $\frac{1}{7}$	12 $\frac{1}{30}$	10 $\frac{1}{5}$
	{ Orangé - - -	17 $\frac{1}{5}$	13 $\frac{1}{30}$	11 $\frac{1}{5}$
	{ Rouge éclatant	18 $\frac{1}{4}$	13 $\frac{1}{30}$	11 $\frac{1}{5}$
	{ Écarlate - -	19 $\frac{1}{3}$	14 $\frac{1}{30}$	12 $\frac{1}{3}$
Du 3 ^{me} . Ordre.	{ Pourpre - -	21 $\frac{1}{10}$	15 $\frac{1}{30}$	13 $\frac{1}{20}$
	{ Indigo - -	22 $\frac{1}{10}$	16 $\frac{1}{30}$	14 $\frac{1}{4}$
	{ Bleu - - -	23 $\frac{1}{5}$	17 $\frac{1}{30}$	15 $\frac{1}{10}$
	{ Vert - - -	25 $\frac{1}{5}$	18 $\frac{1}{30}$	16 $\frac{1}{6}$
	{ Jaune - - -	27 $\frac{1}{4}$	20 $\frac{1}{30}$	17 $\frac{1}{5}$
	{ Rouge - - -	29 $\frac{1}{3}$	21 $\frac{1}{30}$	18 $\frac{1}{5}$
	{ Rouge bleuâtre	32 $\frac{1}{3}$	24 $\frac{1}{30}$	20 $\frac{1}{3}$
Du 4 ^{me} . Ordre.	{ Vert bleuâtre -	34 $\frac{1}{3}$	25 $\frac{1}{30}$	22 $\frac{1}{3}$
	{ Vert - - -	35 $\frac{2}{7}$	26 $\frac{1}{30}$	22 $\frac{1}{4}$
	{ Vert jaunâtre -	36 $\frac{1}{3}$	27 $\frac{1}{30}$	23 $\frac{2}{9}$
	{ Rouge - - -	40 $\frac{1}{3}$	30 $\frac{1}{4}$	26 $\frac{1}{3}$
Du 5 ^{me} . Ordre.	{ Bleu verdâtre	46 $\frac{1}{2}$	34 $\frac{1}{30}$	29 $\frac{2}{3}$
	{ Rouge - - -	52 $\frac{1}{2}$	39 $\frac{1}{30}$	34 $\frac{1}{3}$
Du 6 ^{me} . Ordre.	{ Bleu verdâtre	58 $\frac{3}{4}$	44 $\frac{1}{30}$	38 $\frac{1}{3}$
	{ Rouge - - -	65 $\frac{3}{4}$	48 $\frac{1}{30}$	42 $\frac{1}{3}$
Du 7 ^{me} . Ordre.	{ Bleu verdâtre	71 $\frac{1}{2}$	53 $\frac{1}{4}$	45 $\frac{2}{3}$
	{ Blanc rougeâtre	77 $\frac{1}{2}$	57 $\frac{1}{4}$	49 $\frac{2}{3}$

Si vous comparez cette TABLE avec
 * la 6^{me}. Figure, vous y verrez la confi-
 ti-

* Dans la 2^{de}. Planche du II. LIVRE.

titution de chaque Couleur par rapport à ses ingrediens, c'est à dire, aux Couleurs originaires dont elle est composée; & par là vous pourrez juger combien elle est parfaite ou imparfaite; ce qui peut suffire pour expliquer la 4^{me}. & la 18^{me}. *Observation*, à moins qu'on ne demande à voir outre cela, de quelle manière paroissent les Couleurs, lorsqu'on met deux Verres Objectifs l'un sur l'autre. Et pour cet effet il ne faut que décrire un grand Arc de Cercle, une Ligne droite qui touche cet Arc, & plusieurs Lignes occultes paralleles à cette Tangente, tracées à des distances qui dénotent les Nombres écrits dans la TABLE vis-à-vis des Couleurs. Car l'Arc & la Tangente représenteront la surface des Verres par où est terminé l'Air d'entredeux; & les endroits où les Lignes occultes coupent l'Arc, montreront à quelle distance du Centre, ou du Point de contact, chaque Couleur est reflexie.

Cette TABLE a encore d'autres usages. Car elle a servi à déterminer, dans la 19^{me}. *Observation*, l'épaisseur de la Bulle par les Couleurs qu'elle faisoit voir. On peut aussi conjecturer par les Couleurs des Corps Naturels quelle est

312 *Traité d'Optique, sur la Lumière*

est la grosseur de leurs particules, comme je le montrerai ci-après. De même, si l'on met deux Plaques fort minces, ou davantage, les unes sur les autres, de sorte qu'étant unies ensemble elles en composent une seule qui les égale toutes en épaisseur, on pourra déterminer par cette Table la Couleur qui en doit résulter. Par exemple, M. *Hook* a observé, comme il nous l'apprend dans sa *Micrographie*, qu'une Plaque de Talc de Moscovie d'un Jaune pâle, mise sur une Plaque Bleuë produisoit un Pourpre très-foncé. Or le Jaune du premier ordre est un Jaune pâle; & l'épaisseur de la Plaque qui le produit, c'est, suivant la TABLE $4\frac{3}{7}$; ajoutez à cela 9 qui est l'épaisseur qui produit le Bleu du 2^d. *Ordre*, & la somme fera $13\frac{3}{7}$ qui est l'épaisseur qui produit le Pourpre du 3^{me}. *Ordre*.

Pour expliquer maintenant les circonstances de la 2^{de}. & de la 3^{me}. *Observation*, c'est à dire, comment en tournant les Prismes autour de leur Axe commun en un sens contraire à celui qui est exprimé dans ces deux Observations, les Anneaux colorez peuvent être changez en Anneaux Blancs & Noirs, & ensuite en Anneaux colorez encore, de
forte

forte pourtant que les Couleurs de chaque Anneau se trouvent dans un ordre inverse, il faut se ressouvenir que ces Anneaux colorez sont dilatez par l'inclinaison des Rayons à l'Air qui est entre les Verres, & que suivant la TABLE contenue dans la 7^{me}. *Observation**, la dilatation ou l'accroissement de leurs Diametres est plus manifeste & plus rapide lorsque les Rayons sont le plus obliques. Or les Rayons Jaunes étant plus rompus par la première Surface dudit Air que ceux du Rouge, ils en deviennent par là plus obliques à la seconde Surface, où ils sont réfléchis pour produire les Anneaux colorez; & par conséquent le Cercle Jaune sera plus dilaté dans chaque Anneau que le Cercle Rouge; & l'excès de sa dilatation sera d'autant plus grand, que l'obliquité des Rayons sera plus grande, jusqu'à ce qu'enfin ce Cercle Jaune vienne à égaler en étendue le Rouge du même Anneau. Et par la même raison, le Vert, le Bleu, & le Violet seront aussi d'autant plus dilatez que l'obliquité de leurs Rayons ira en augmentant, jusqu'à ce qu'ils viennent à avoir à peu près autant d'étendue que le Rouge, c'est à dire,

Tome I.

O

à

à être également éloignez du Centre des Anneaux. Et en ce cas-là toutes les Couleurs du même Anneau doivent se trouver jointes ensemble, & par leur mélange produire un Anneau Blanc. Et parce que ces Anneaux Blancs ne se dilatent point & ne rentrent pas l'un dans l'autre comme auparavant, il doit y avoir entr'eux des Anneaux Noirs & obscurs. Et par cette même raison ils doivent devenir plus distincts, & se faire voir en beaucoup plus grand nombre. Cependant comme le Violet sera un peu plus dilaté, à proportion de son étendue que les autres Couleurs, parce qu'il est le plus oblique, il sera par cela même fort disposé à paroître sur les bords extérieurs du Blanc.

Eusuite si l'on donne encore une plus grande obliquité aux Rayons, le Violet & le Bleu se dilatent plus sensiblement que le Rouge & le Jaune; & étant dès-là plus éloignez du Centre des Anneaux, les Couleurs doivent sortir du Blanc dans un ordre contraire à celui où elles avoient paru auparavant, savoir le Violet & le Bleu dans le Bord extérieur de chaque Anneau, & le Rouge & le Jaune dans le Bord intérieur.

Or

Or le Violet dont les Rayons sont les plus obliques, étant, par cela même, plus dilaté, à proportion, qu'aucune autre Couleur, paroîtra le premier dans le bord extérieur de chaque Anneau blanc, & avec plus d'éclat que tout le reste. Et les différentes *Suites* de Couleurs qui appartiennent aux différens Anneaux, venant à se développer & à se dilater, recommenceront dès-là à s'entremêler; par conséquent à rendre les Anneaux moins distincts, de sorte qu'il n'y en aura pas un si grand nombre de visibles.

Si au lieu de Prismes on se sert de Verres Objectifs, l'obliquité de l'Oeuil ne fera pas paroître les Anneaux, Blancs & distincts, parce que les Rayons passant au travers de l'Air qui est entre les Verres, sont presque paralleles aux Lignes selon lesquelles ils tomboient d'abord sur le Verre, ce qui fait que les Rayons de différentes Couleurs ne sont pas plus inclinez les uns que les autres à cet Air-là, contre ce qui arrive dans les Prismes.

Une autre circonstance très-digne de remarque dans ces Experiences, c'est d'où vient que les Anneaux Noirs &

Blancs qui regardez de loin paroissent distincts , deviennent non seulement confus à les regarder de près , mais encore font paroître du Violet aux deux Extrémités de chaque Anneau Blanc. La raison de cela, c'est que les Rayons qui entrent dans l'Oeil par différens endroits de la Pupille , ont différentes obliquités par rapport aux Verres ; & que les plus obliques, s'ils étoient pris séparément, formeroient de plus grands Anneaux que ceux qui sont moins obliques. D'où il arrive que la largeur du Perimetre de chaque Anneau Blanc est dilatée extérieurement par les Rayons les plus obliques, & intérieurement par les moins obliques. Et cette expansion est d'autant plus grande , que la différence de l'obliquité est plus grande , c'est à dire que la Pupille est plus ouverte, ou l'Oeil plus près des Verres. Or la largeur du Violet doit avoir le plus d'étendue, parce que les Rayons qui produisent la sensation de cette Couleur , sont les plus inclinez à la seconde ou dernière Surface de l'Air attenué ou resserré, d'où ils sont réfléchis , & qu'ils ont aussi la plus grande variation d'obliquité , ce qui fait que cette Couleur sort plus prompt-

promptement qu'aucune autre, des bords du Blanc. Et à mesure que la largeur de chaque Anneau s'augmente ainsi, les intervalles obscurs doivent diminuer jusqu'à ce que les Anneaux voisins viennent à se toucher & à se mêler ensemble, les extérieurs premièrement, & puis ceux qui sont les plus proches du Centre, de sorte qu'ils ne peuvent plus être distinguez à part, mais semblent composer un Blanc égal & uniforme.

Entre toutes les *Observations* proposées ci-dessus, il n'y en a point qui soient accompagnées de circonstances si surprenantes que la 24^{me}. Les principales de ces circonstances sont, que dans des Plaques minces, qui à la simple vûë paroissent d'un Blanc transparent, égal, & uniforme sans être terminées par la moindre ombre, la *Refraction* d'un *Prisme* y fasse voir des Anneaux colorez, quoi qu'ordinairement elle ne fasse paroître les Objets colorez, qu'où ils sont terminéz par des Ombres, ou se trouvent avoir des parties inégalement lumineuses; & que cette *Refraction* rende ces Anneaux extrêmement distincts & Blancs, quoi que pour l'ordinaire elle rende les Objets confus & co-

lorenz. On comprendra la raison de ces deux accidens si on considère que tous ces Anneaux colorent en effet dans la Plaque lorsqu'on les regarde simplement avec l'Oeil, bien qu'à cause de la grande largeur de leurs circonferences, ils soient si fort mêlez & confondus ensemble qu'ils semblent composer un Blanc uniforme. Mais lorsque les Rayons viennent à l'Oeil au travers d'un Prisme, les Orbites des différentes Couleurs sont rompuës dans chaque Anneau, les unes plus que les autres, selon leurs degrés de refrangibilité: & par ce moyen-là les Couleurs dans un côté de l'Anneau, (c'est à dire dans la circonference de l'un des côtes de son Centre) sont plus développées & dilatées, & celles du côté opposé plus compliquées & resserrées. Et dans les endroits où par une juste Refraction elles sont si fort resserrées que les différens Anneaux sont trop étroits pour se croiser l'un l'autre, il est nécessaire que ces Anneaux y paroissent distincts, & même Blancs, si les Couleurs dont ils sont composez, se trouvent resserrées jusqu'à être entièrement coïncidentes. Mais de l'autre côté où la Circonférence ou Orbite de cha-

chaque Anneau est élargie par un plus grand développement de ses Couleurs, chaque Anneau doit être plus mêlé avec les autres qu'auparavant, & devenir par conséquent moins distinct.

Pour expliquer ceci plus amplement, supposez que les Cercles concentriques * *AV*, & *BX* représentent le Rouge & le Violet d'une Suite quelconque, lesquels composent avec les Couleurs intermediates un des Anneaux quel qu'il soit. Si l'on regarde ces Cercles au travers d'un Prisme, le Cercle Violet *BX* sera transporté par une plus grande Refraction plus loin de sa place que le Cercle Rouge *AV*, & par conséquent il approchera davantage de ce dernier Cercle, du côté des Cercles vers où se font les Refractions. Par exemple, si le Rouge est transporté en *av*, le Violet pourra être transporté en *bx*, de sorte qu'en *x* il sera plus près du Rouge qu'auparavant: & si le Rouge est transporté plus loin en *av*, le Violet pourra être transporté d'autant plus loin jusqu'en *bx*, qu'il se rencontrera avec lui en *x*; & si le Rouge est encore transporté plus loin en *ay*, le Violet pour-

O 4 ra

* Fig. 7.

ra être transporté encore d'autant plus loin en $\beta\xi$, qu'il passera au delà du Rouge en ξ , & s'unira à lui en e & f . Ce qui étant appliqué à toutes les autres Couleurs intermediates comme au Rouge & au Violet ; & à chaque Suite de ces Couleurs, vous comprendrez sans peine comment les Couleurs d'une même Suite, venant à s'approcher l'une de l'autre en xv & $\Upsilon\xi$, & à se réunir en xv & en e & f , doivent composer des Arcs de Cercles assez distincts, surtout en xv , ou en e & f , paroître séparément en xv , & produire du Blanc en xv en se mêlant ensemble ; & reparoître distinctes en $\Upsilon\xi$, mais dans un ordre contraire à celui où elles étoient auparavant, & où elles sont encore au delà de e & f . Mais de l'autre côté en ab , ab , ou $\alpha\beta$ ces Couleurs étant si fort dilatées qu'elles se mêlent avec les Couleurs des autres Anneaux, elles doivent par cela même paroître beaucoup plus confuses. Et la même confusion doit arriver en $\Upsilon\xi$ entre e & f , si la Refraction est fort grande, ou que le Prisme soit à une grande distance des Verres Objectifs : auquel cas nulle partie des Anneaux ne sera visible,

ex-

excepté seulement deux petits Arcs en *e* & *f* dont la distance mutuelle augmentera à mesure que le Prisme sera plus éloigné des Verres Objectifs. Et ces petits Arcs doivent être plus distincts & plus Blancs vers le milieu ; mais colorez dans leurs extremittez , où ils commencent à devenir confus. Et dans l'une des extremittez de chaque Arc les Couleurs doivent être disposées dans un ordre contraire à celui où elles sont dans l'autre extremité, par la raison qu'elles se croisent dans le Blanc d'entredeux ; c'est à dire que les extremittez qui sont tournées vers $\Upsilon \xi$, sont Rouges & Jaunes du côté le plus proche du Centre, & Bleuës & Violettes de l'autre côté. Mais les autres extremittez qui sont tournées du côté opposé, seront au contraire Bleuës & Violettes du côté qui approche le plus du Centre ; & Rouges & Jaunes de l'autre côté.

Or comme toutes ces choses se déduisent des propriétés de la Lumière par des raisonnemens mathématiques , on en peut aussi démontrer la vérité par des Experiences. Car si dans une chambre obscure on regarde ces Anneaux au travers d'un Prisme par la Reflexion des

différentes Couleurs *prismatiques* qu'une autre Personne fait voir çà & là sur un Mur, ou sur du Papier d'où ces Couleurs sont réfléchies tandis que l'Oeil du Spectateur, le Prisme, & les Verres Objectifs sont fixez dans leur situation, (comme dans la 13.^{me} *Observation*) il se trouvera que la position des Cercles formez successivement par différentes Couleurs, sera, de l'un par rapport à l'autre, telle que je l'ai décrite dans les Figures *abxv*, ou *abxv*, ou $\alpha\beta\xi\Upsilon$. On peut vérifier par la même méthode la vérité des explications des autres Observations.

Par ce qui vient d'être dit, on peut expliquer tout autre pareil Phenomene concernant l'Eau & les Plaques minces de Verre. Mais à l'égard des petits fragmens de ces Plaques, il faut observer de plus, que si étant mis tout plat sur une Table on les tourne autour de leur centre tandis qu'on les regarde au travers d'un Prisme, ils feront voir, en certaines situations, des Ondes de différentes couleurs; que quelques-uns ne font voir ces Ondes que dans une ou deux positions, mais que la plupart les font voir dans toute sorte de positions, & pour
l'or-

l'ordinaire sur presque toute leur surface. Cela vient de ce que les superficies de ces sortes de Plaques ne sont pas exactement unies, mais ont plusieurs cavitez & éminences; & que l'épaisseur de la Plaque varie un peu en vertu de ces inégalitez quelque petites qu'elles soient. Car en différentes situations du Prisme il doit paroître des Ondes dans les différens côtez de ces cavitez, par les raisons exposées ci-dessus. Car quoi que la plupart de ces Ondes ne soient produites que par des parties de Verre très-petites & fort étroites, elles peuvent pourtant paroître s'étendre sur toute la superficie du Verre, parce qu'il y a des Couleurs de divers *Ordres* c'est à dire de divers Anneaux, réfléchies confusément par les plus étroites de ces parties, & qui par la Refraction du Prisme sont développées, séparées, & dispersées en différens lieux selon leur différente refrangibilité, de sorte qu'elles produisent tout autant d'Ondes différentes qu'il y avoit d'Ordres différens de Couleurs confusément réfléchies de cette partie du Verre.

Voilà les principaux Phenomenes concernant les Plaques minces ou les Bulles,

dont les explications dépendent des propriétés de la Lumière que j'ai exposées jusqu'ici : Explications qui, comme vous voyez, découlent nécessairement de ces Propriétés, & s'accordent non seulement avec elles jusque dans leurs plus petites circonstances, mais même contribuent extrêmement à en prouver la vérité. Ainsi par la 24^{me}. *Observation* il paroît que les Rayons de différentes Couleurs, tant ceux qui sont produits par des Lames minces ou par des Bulles, que ceux qui sont produits par les Refractions d'un Prisme, ont différens degrés de Refrangibilité par où les Rayons de chaque Anneau, qui lorsqu'ils viennent à être réfléchis par une lame ou bulle, sont mêlez avec les Rayons d'autres Anneaux, en sont ensuite separéz par voyé de Refraction, & sont associez de telle manière entr'eux qu'ils deviennent visibles à part comme autant d'Arcs de Cercles. Car si tous les Rayons étoient également refrangibles, il seroit impossible que cette Blancher, qui à la simple vuë paroît uniforme, pût avoir par la Refraction ses parties ainsi transposées, & rangées en Arcs Noirs & Blancs.

Il paroît aussi que les Refractions inégales des Rayons dissemblables ne sont pas causées par des irrégularitez accidentelles, comme par des Veines dispersées dans le Verre, par un poli inégal, par une position fortuite dans les pores du Verre, par des mouvemens inégaux & casuels dans l'Air ou l'*Ether*, par l'éparpillement, la rupture, ou la division d'un même Rayon en plusieurs parties divergentes, & autres semblables causes. Car de telles irrégularitez une fois admises, il seroit impossible que les Refractions pussent rendre ces Anneaux si distincts & si bien terminez qu'ils le sont dans la 24.^{me} *Observation*. Il faut donc nécessairement, que chaque Rayon ait son propre & constant degré naturel de refrangibilité, en vertu duquel sa Refraction se fait toujours d'une manière exacte & régulière; & que différens Rayons ayent différens degrés de Refrangibilité.

Du reste ce que je dis de la Refrangibilité des Rayons, peut être appliqué aussi à leur Reflexibilité, c'est à dire, à la disposition qu'ils ont à être réfléchis, les uns à une plus grande, & les autres à une plus petite épaisseur des Plaques

minces ou des Bulles: c'est à savoir que ces dispositions sont pareillement naturelles aux Rayons, & immuables, comme on peut s'en assurer par les *Observations* 13, 14, & 15, comparées avec la 4.^{me} & la 18.^{me}.

Il paroît encore par les Observations précédentes, que la Blancher est un mélange dissimilaire de toutes les Couleurs, & que la Lumière est un mélange de Rayons douëz de toutes ces Couleurs. Car vû la multitude d'Anneaux colorez, dans la 3.^{me} *Observation*, dans la 12.^{me} & la 24.^{me} il est évident que bien qu'on ne découvre dans la 4.^{me} & la 18.^{me} que 8 ou 9 de ces Anneaux, il y en a pourtant un beaucoup plus grand nombre qui se mêlent & s'entrelassent si fort ensemble qu'après ces 8 ou 9 revolutions ils se détrempernt entièrement l'un l'autre & ne composent qu'une Blancher égale & sensiblement uniforme. D'où l'on doit nécessairement inferer, que cette Blancher est un mélange de toutes les Couleurs; & que la Lumière qui l'introduit dans l'Oeil, doit être un mélange de Rayons douëz de toutes ces Couleurs.

Il paroît de plus par la 24.^{me} *Observation* qu'il y a un rapport constant entre
les

les Couleurs & la Refrangibilité, les Rayons les plus refrangibles étant Violets, les moins refrangibles Rouges, & ceux des Couleurs intermediates ayant à proportion des dégrez intermedits de refrangibilité. Et en comparant l'*Observation* 13.^{me}, la 14.^{me}, & la 15.^{me}, avec la 4.^{me} ou la 18.^{me} il paroît qu'il y a constamment un même rapport entre Couleur & Reflexibilité, le Violet étant reflechi, toutes circonstances égales, aux moindres épaisseurs d'une Plaque mince ou d'une Bulle quelconque, le Rouge aux plus grandes épaisseurs, & les Couleurs intermediates aux épaisseurs intermediates. D'où il s'ensuit aussi que les dispositions *colorifiques* des Rayons sont naturelles à ces Rayons, & inalterables; & que par conséquent toutes les productions & apparences des Couleurs qui sont au monde, proviennent non de quelque changement Physique causé dans la Lumière par voye de Refraction ou de Reflexion, mais seulement de différens mélanges ou séparations de Rayons en vertu de leur différente refrangibilité ou reflexibilité. Et à cet égard la Science des Couleurs devient une speculation aussi exactement Mathématique qu'aucune

au-

328 *Traité d'Optique*, LIV. II. PART. II.
autre Partie de l'Optique ; je veux dire,
à confiderer les Couleurs entant qu'el-
les dépendent de la nature de la Lu-
mière fans être produites ou altérées
par la Puissance de l'Imagination ,
ou par un coup ou une preffion sur
l'Oeuil.

FIN de la seconde Partie du
SECOND LIVRE.

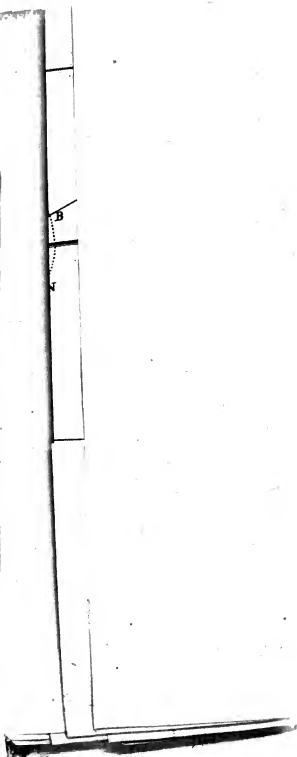


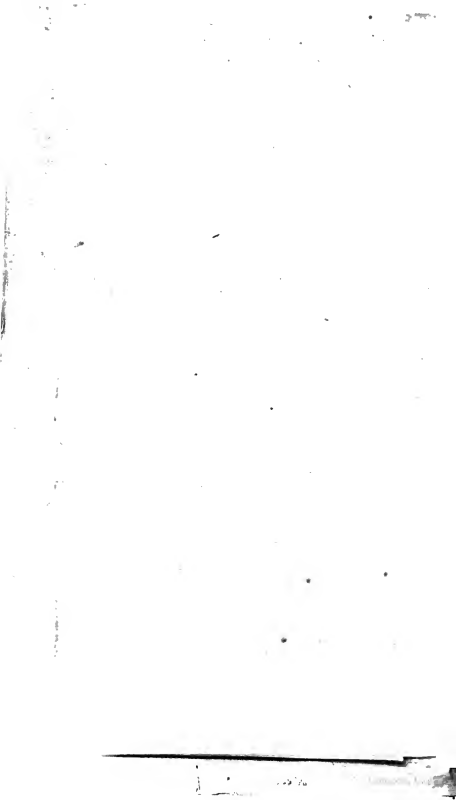
A01 146 1353

34

B

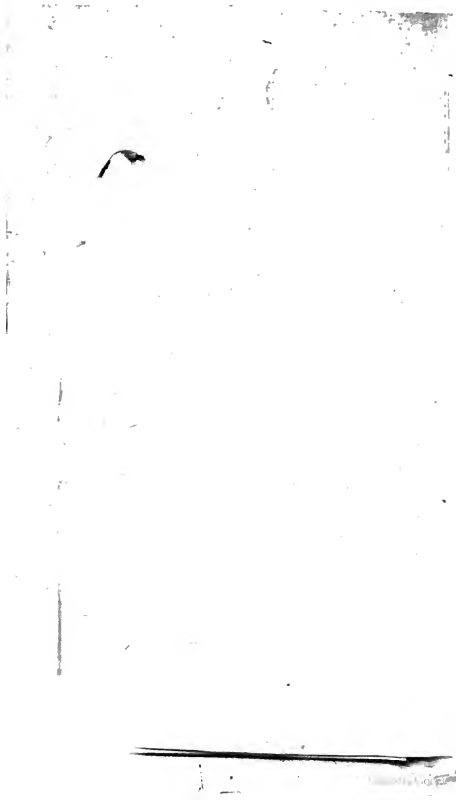
39





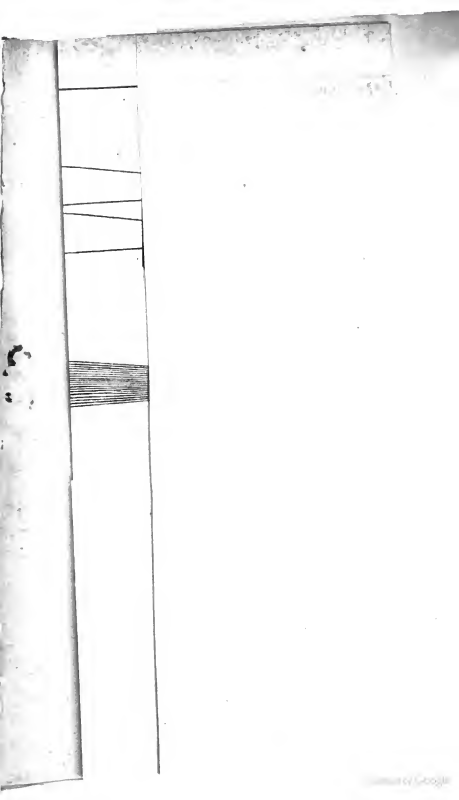
Li

n



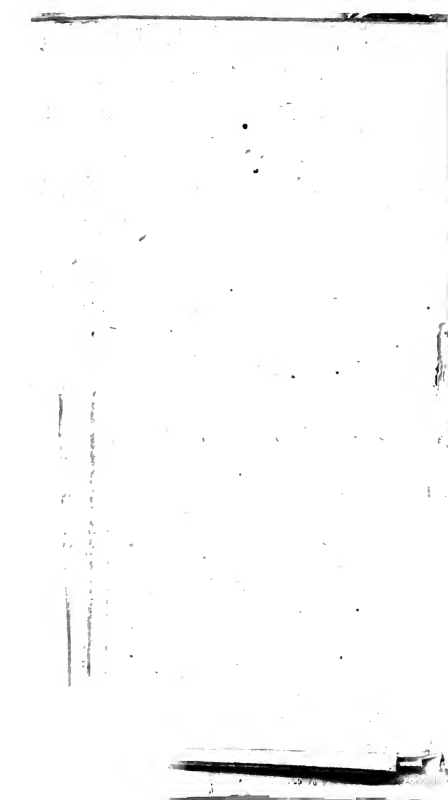
π
 q
 r



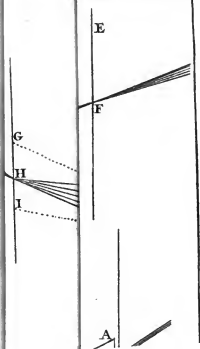




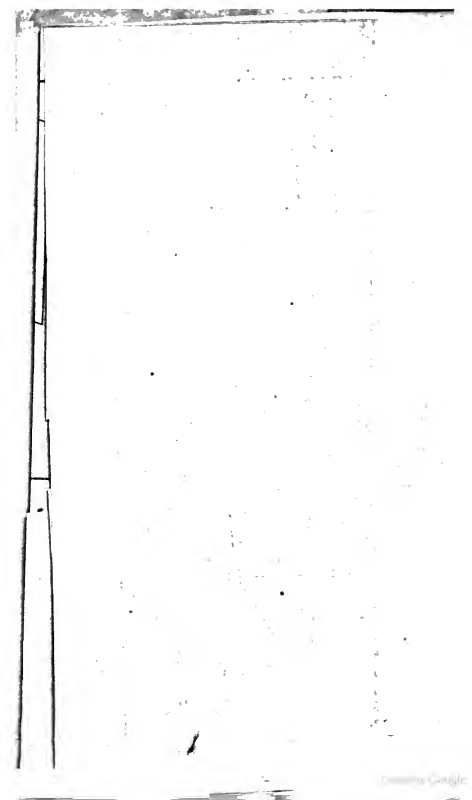


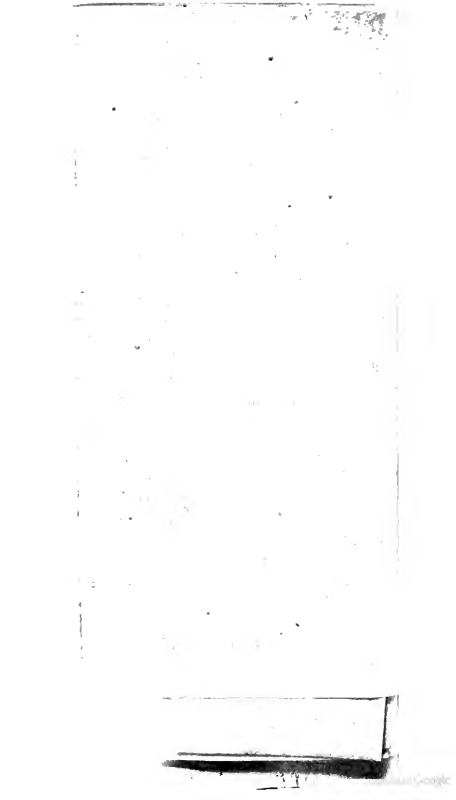


ière Planche.













A01 146 1353 3588M

